



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Parer

Este exemplar corresponde ao redato final da dissertação de Mestrado defendida por Walter Luiz Castro Mewes e aprovada pela Comissão Julgadora em 28 de setembro de 1995. Campinas, 05 de dezembro de 1995.

*Paulo P. P.*  
Presidente da Banc.

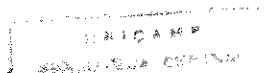
**ANÁLISE COMPARATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA DE DOIS  
SISTEMAS CONVENCIONAIS DE PREPARO DE SOLO E  
SEMEADURA: PROPOSTA METODOLÓGICA**

POR

WALTER LUIZ DE CASTRO MEWES

Setembro/95

CAMPINAS  
Estado de São Paulo  
BRASIL



6613012

UNIDADE	78C
N.º CHAMADA:	780015AMP
	4544a
V.	Ex.
COMBO BC/	26968
PROC.	66796
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	12/3/96
N.º CPO	

CM-00085079-7

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO CONSUMO DE ENERGIA DE DOIS  
SISTEMAS CONVENCIONAIS DE PREPARO DE SOLO E  
SEMEADURA: PROPOSTA METODOLÓGICA**

**POR**  
**WALTER LUIZ DE CASTRO MEWES**

**Orientador:**  
**Prof. Dr. CLÁUDIO BIANOR SVERZUT**

Dissertação apresentada em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola: Área de concentração : Máquinas Agrícolas

**Campinas, SP**  
**Setembro/95**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

M574a

Mewes, Walter Luiz de Castro

Análise comparativa do consumo de energia de dois sistemas convencionais de preparo de solo e semeadura: proposta metodológica / Walter Luiz de Castro Mewes.-- Campinas, SP: [s.n.], 1995.

Orientador: Cláudio Bianor Sverzut.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Agricultura e energia. 2. Solos - Manejo. 3. Solos, Cultivo dos. 4. Solos - Conservação. 5. Agricultura - Mecanização. I. Sverzut, Cláudio Bianor.  
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

A Ana Paula,  
Aos meus pais Bruno e Dylma

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Cláudio Bianor Sverzut pelo incentivo, orientação e amizade.

Aos pesquisadores Evandro Chartuni Mantovani e Bárbara Heliodora Machado Mantovani do CNPMS/EMBRAPA pela amizade, apoio e orientação no desenvolvimento desse trabalho.

Ao comitê de orientação, professor Dr. Luiz Antônio Daniel e Nelson Luís Capelli pelo apoio técnico e amizade.

Aos amigos e colegas Manfredo Luiz Lins e Silva e Cláudio Takeda pelo apoio e auxílio na realização do trabalho.

Ao amigo João Batista Guimarães Sobrinho por toda a ajuda nos trabalhos de campo.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, na pessoa do professor Dr. Luciano Baião Vieira, pelo empréstimo de equipamento agrícola.

Aos funcionários do CNPMS/EMBRAPA que direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho, em especial a Vânia Maria dos Reis Lopes, Michael Leplatois, Márcio Gonçalves Lourenço e Levi Fortunato da Paz.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), pela possibilidade de realização deste trabalho.

A Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

A todos que, contribuíram para a realização deste trabalho

## SUMÁRIO

	Página
PÁGINA DE ROSTO .....	i
DEDICATÓRIA .....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iii
SUMÁRIO .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
RESUMO .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Sistemas de preparo e semeadura .....	4
3.1.1. Sistemas de preparo convencional.....	4
3.1.2. Cultivo mínimo .....	5
3.1.3. Semeadura direta .....	6
3.1.4. Camalhão.....	7
3.1.5. Sistemas combinados de preparo e semeadura.....	7
3.2. Requerimento de energia .....	9
3.3. Aspecto agrônômico .....	12



3.3.1. Erosão.....	12
3.3.2. Produtividade .....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1 Introdução .....	15
4.2 Caracterização da área.....	15
4.3 Determinação da energia consumida na implantação de uma cultura	17
4.3.1. Conjunto mecanizado de ensaio.....	19
4.3.2. Célula de carga.....	20
4.3.3 Sensor de profundidade .....	21
4.3.4. Radar .....	22
4.3.5. Sistema de aquisição de dados .....	22
4.3.6. Microcomputador .....	23
4.4. Coleta de dados.....	23
4.4.1 Delineamento estatístico.....	26
4.4.2. Determinação da força de tração.....	28
4.4.3. Determinação de profundidade de trabalho.....	28
4.4.4. Determinação da distância e velocidade .....	29
4.4.5. Determinação da energia macanica consumida .....	29
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Caracterização da área.....	31
5.1.1. Cerrado .....	31
5.1.2. Várzea.....	33
5.2. Análise estatística .....	37
6. CONCLUSÃO .....	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

8.ANEXOS .....	51
ANEXO I .....	51
ANEXO 2.....	54
ANEXO 3 .....	56
ANEXO 4 .....	58
ANEXO 5 .....	62

## LISTA DE FIGURAS

1. Vista geral da área de Várzea .....	16
2. Vista geral da área de Cerrado .....	17
3. Arado de arrasto e grade aradora .....	18
4. Esquema de montagem dos sensores no comboio mecanizado .....	19
5. Detalhe da célula de carga instalada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho de engate do implemento .....	20
6. Vista inferior do sensor de profundidade .....	21
7. Radar .....	23
8. Sistema de aquisição de dados CR10 .....	24
9. Croquí da distribuição das parcelas nas áreas .....	27
10. Curva de retenção para os solos de Várzea e Cerrado .....	32
11. Teor de água do solo de Cerrado .....	33
12. Índice de cone dos solos de Cerrado e Várzea .....	34
13. Teor de água do solo de Várzea .....	36
14. Energia consumida no preparo primário .....	40
15. Energia consumida no preparo secundário .....	41
16. Energia consumida na semeadura .....	42
17. Força de tração de um arado de 3 discos e profundidade de trabalho em solo de Várzea úmido .....	43

18. Força de tração de uma grade aradora e profundidade de trabalho em solo de Várzea úmido .....	43
19. Força de tração de uma grade niveladora em solo de Várzea úmido ...	44
20. Força de tração de uma semeadora-adubadora em solo de Várzea úmido .....	44

## LISTA DE TABELA

1. Porosidade e massa aparente médias do solo de Cerrado .....	31
2. Umidade do Cerrado (%).....	33
3. Porosidade e massa aparente médias do solo de Várzea .....	35
4. Umidade de Várzea .....	35
5. Resultado da análise de granulometria e classificação textural .....	36
6. Energia média para preparar e semear um solo (kJ/ha) .....	38
7 . Energia para preparar e semear um solo (kJ/ha) .....	39

## RESUMO

O preparo periódico do solo no período de menor precipitação do ano como é realizado nas regiões de solo de cerrado no Brasil tem levantado a questão de que pode-se estar consumindo muita energia para realizar este preparo. Nesse trabalho foi realizado um experimento de verificação do trabalho gasto para o preparo de solo com dois sistemas convencionais, arado e grade aradora, em dois teor de água no solo e em dois tipos de solo, Cerrado, Latossolo Vermelho Escuro, e Várzea, Aluvião. O experimento foi desenvolvido no CNPMS/EMBRAPA em Sete Lagoas MG no mês de maio de 1995.

Nos níveis de teor de água do solo em que foi realizado o trabalho, não foi estatisticamente diferentes o trabalho realizado dentro de um mesmo solo para o arado, tendo diferença entre o solo de cerrado e o solo de várzea.

Para o preparo realizado com a grade aradora não houve diferença significativa entre os níveis de teor de água do solo e entre os solos também.

A proposta metodológica para a determinação da energia consumida para o preparo e a semeadura de uma cultura apresentou-se eficiente, tendo-se em vista os resultados com valores dentro das faixas esperadas.

## 1. INTRODUÇÃO

A racionalização do uso de energia tem sido um dos grandes desafios mundiais, na busca de meios mais eficientes para a execução das tarefas agrícolas, como forma de eliminar fontes de desperdícios e melhorar o desempenho dos novos equipamentos.

Os técnicos vêm pesquisando e desenvolvendo sistemas de manejo que visam realizar as operações necessárias ao solo, para que este esteja em condições ideais de receber as sementes e mantenha suas características produtivas.

Os sistemas convencionais de preparo do solo são definidos como operações primárias e complementares, podendo ser classificado como preparo primário aquele em que se utiliza arado ou grade aradora e preparo secundário, aquele em que se utiliza grade leve, destorroadora e/ou niveladora. Dessa forma, o solo é condicionado para a operação de semeadura, que é realizada através de semeadoras-adubadoras.

Na região dos cerrados, mais especificamente no Centro-Oeste do Brasil de maneira geral, as propriedades agrícolas são muito extensas e as operações de preparo de solo são realizadas em condições inadequadas de trabalho: solos muito secos e com alta resistência específica. Isso é

justificado pela inadequação da relação trator/área que na maioria das vezes mostra ser insuficiente para atender ao número de hectares a ser trabalhado, implicando no aumento do tempo de trabalho como única forma para atender ao calendário agrícola. Outro fator observado é a utilização de implementos de grande largura de corte, como a grade aradora, que vai garantir o preparo convencional do solo antes do início do período de chuva. Nessa situação, trabalha-se o solo com uma umidade muito baixa e com a resistência à penetração muito alta, podendo, nessa condição, elevar o consumo de energia para a implantação de uma cultura.

A distribuição pluviométrica durante o ano da região em estudo reduz muito o tempo para a realização do preparo do solo em condições ideais de umidade. A utilização de sistemas de cultivo mínimo, ou sistemas combinados de preparo e semeadura, pode ser uma opção para aumentar a capacidade operacional do conjunto trator-implemento, atenuando o problema do período de preparo do solo.

Numa análise desses problemas, há uma suspeita de que os produtores dos Cerrados estão gastando mais energia na produção de alimento em comparação com os produtores de outras regiões brasileiras e de outros países.



## 2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é avaliar a energia mecânica utilizada para a implantação de uma cultura, em dois diferentes tipos de solo, e com dois níveis de umidade, utilizando-se dois sistemas de preparo primário.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Sistemas de preparo e semeadura

O preparo do solo consiste no conjunto de operações que antecedem a semeadura. Este deverá fornecer as condições necessárias ao bom arejamento e umidade, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, levando a uma produção máxima de grãos dentro das possibilidades do clima e nutrição das plantas, relatam ALVARENGA et al. (1987).

Vários sistemas de semeadura vêm sendo desenvolvidos e pesquisados nos últimos anos. Dentre eles, temos principalmente:

##### 3.1.1. Sistemas de preparo convencional

É chamado sistema convencional o preparo periódico do solo; em que se faz um preparo primário, revertendo o solo, e um preparo secundário, com o objetivo de destorroá-lo, adensá-lo e nivelá-lo, segundo SEGUY et al. (1984).

O preparo primário normalmente é feito por arado de disco ou aiveca e o preparo secundário, por grades destorroadoras e niveladoras. A partir desse sistema, foram desenvolvidos outros para resolver situações particulares.

Segundo SEGUY et al. (1984), o preparo do solo com duas gradagens com grades aradoras é uma técnica de preparo de solo convencional muito utilizada por agricultores brasileiros que visam obter alto rendimento, permitindo o preparo de grande extensão de área durante a época seca, com reduzido número de equipamentos adaptados às áreas recém-desmatadas.

### 3.1.2. Cultivo mínimo

Segundo FREE (1960), o cultivo mínimo para a cultura do milho iniciou-se no estado de Ohio, EUA, e depois espalhou-se para outros estados, como Michigan, Nebraska e outras áreas onde o milho é a cultura mais importante.

FREE (1960) define o cultivo mínimo como a mínima manipulação do solo, mantendo-o numa boa condição para a semeadura e o desenvolvimento adequado da cultura.

Dentre os tipos de cultivos, BENEZ (1972) cita vários, como:

- Arar e semear. Neste método, o milho é semeado algumas horas após o preparo do solo com o arado.
- Arar e semear em uma única operação. Neste sistema, a semeadora está acoplada ao arado ou lateralmente ao trator. O autor

condiciona o êxito desse sistema à perfeita aração, pois uma aração deficiente não terá como ser corrigida.

Segundo KHALILIAN et al. (1988), implementos com hastes são menos agressivos à estrutura do solo em relação aos implementos que têm o disco como órgão ativo, já que a haste provoca a ruptura do agregado nos pontos de menor resistência, não pulverizando excessivamente o solo.

### 3.1.3. Sistema de semeadura direta

Semeadura direta é um processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulco ou covas, com largura e profundidade suficientes para se obter uma adequada cobertura e contato com a terra. O controle das plantas daninhas é geralmente feito através de métodos químicos combinados ou não com práticas mecânicas e culturais específicas, MUZILLI (1985).

Segundo ROBERTSON e MOKMA (1978), o consumo de energia para o preparo do solo e semeadura varia em função do tipo de implemento e do número de operações, sendo a eliminação de determinadas operações de preparo uma solução para a diminuição do consumo de energia.

MUZILLI (1985) pressupõe ainda três requisitos básicos para a semeadura direta:

- semeaduras sobre restos de cultura anteriores, ou seja, sem prévia destruição e incorporação ao solo;
- a não movimentação do solo, exceto nos sulcos de semeadoras;
- o emprego de herbicidas para o controle das plantas daninhas, com as suas vantagens e inconvenientes.

A grande diferença entre a semeadura direta e os outros sistemas é o não revolvimento do solo e a redução do tráfego de máquinas sobre o solo.

Outra vantagem da semeadura direta, segundo CORREA et al. (1987), é a economia de tempo, pois entre a colheita e a próxima semeadura, não há a necessidade de se esperar que o clima permita a entrada de máquina para o preparo do solo, já que, na semeadura direta, as máquinas são menos susceptíveis às condições de umidade do terreno.

VEDOATO (1985) cita como vantagens do sistema inicialmente, aquelas que aparecem de imediato, como: controle da erosão, economia de combustível, conservação de umidade e melhor germinação. Existem, ainda, as vantagens que aparecerão a médio e longo prazos, como o aumento da fertilidade e a melhora nas condições físicas do solo.

#### 3.1.4. Camalhão

Este sistema de preparo é utilizado em solos com problemas de drenagem, e, em regiões temperadas os mesmos são feitos, após colheita, antes do inverno, deixando o solo pronto para o plantio na primavera. Esse procedimento vai ajudar a retirar a água do solo na parte alta do camalhão, dando condições de semear sem a necessidade de esperar que todo o terreno drene, MANTOVANI (1981).

#### 3.1.5. Sistemas combinados de preparo e semeadura

Segundo GADANHA JR. et al. (1991), o sistema combinado de operações consiste de máquinas conjugadas que executam os preparos

periódicos primário e secundário do solo em duas ou mais etapas conjugadas, em uma única passada. Para isto, podem ser usados vários princípios, com diferentes órgãos ativos, combinados de diferentes maneiras. Esses órgãos podem ter diferentes princípios ativos e ser arrançados de diferentes formas. Os órgãos ativos podem ser de hastes escarificadoras, rotores de giro livre, rotores acionados, rolos, discos de cortes e outros.

GADANHA JR. et al. (1991) relatam ainda, que as hastes escarificadoras podem ser rígidas ou flexíveis, retas ou curvas, apresentando ou não ponteiros removíveis, e são fixadas em barra ferramentas. O rotor de giro livre, apoiado em uma estrutura quadrangular externa, é formado por barras transversais ou oblíquas ou por dentes e age por impacto contra os torrões da superfície do solo. O rotor acionado é formado por enxadas ou dentes transversais e é normalmente acionado pela TDP. O rolo, apoiado em estrutura retangular, pode ser formado por discos justapostos específicos para o destorroamento ou cilindros lisos ou corrugados mais adequados à compactação da superfície do solo.

Pode haver ainda discos planos lisos ou recortados, para cortar a palhada colocada na frente das hastes escarificadoras, com o objetivo de evitar embuchamento. LOISON (1983) relata que essa técnica permite uma redução de números de passagens sobre o terreno e, conseqüentemente, uma economia de energia. No mais, permite a máxima valorização das horas disponíveis para a semeadura.

O sistema combinado pode ser executado também em preparo por faixas, deixando uma faixa na entrelinha sem preparar. LARSON (1964) considera que, na área plantada, há duas zonas distintas, zona de

semeadura (ambiente que favoreça a germinação e a emergência) e zona intermediária (região de armazenamento de água). Ele ressalta também, que a capacidade de armazenamento e infiltração de água pode ser afetada pelas condições da estrutura do solo em decorrência de várias operações de manejo.

### 3.2. Requerimento de energia

Devido aos altos preços do petróleo e ao declínio das reservas conhecidas, é de fundamental importância a conquista de novas fontes de energia, bem como a reformulação dos sistemas de produção dependentes de combustíveis derivados de petróleo. Entretanto, os esforços da pesquisa têm sido mais orientados no sentido de se buscar combustíveis alternativos do que para os estudos de reformulação dos sistemas de produção, do uso racional dos combustíveis e da utilização correta dos equipamentos CORDEIRO et al (1988 a).

Singh e Singe (1986), citado por SALVADOR e BENEZ (1993), relatam que o elevado consumo de energia nas operações de preparo do solo, em relação às demais operações de um sistema de cultivo, se devem ao fato de os desenhos dessas ferramentas se basearem em experiências práticas, ainda que o conhecimento científico das características do solo e das forças que nelas atuam possa influenciar o desenho. Como resultado, ferramentas de preparo e interação solo-ferramenta usam excessiva quantidade de energia ou não são tão eficientes quanto poderiam ser.

GAMERO et al. (1986 a) e MATTOS et al. (1981) descrevem que cerca de 30% do custo horário de um trator agrícola é representado pelo

gasto de combustível, sendo esta a maior parcela dentre os fatores que compõem o custo total de uma hora de trabalho da máquina.

Segundo CORDEIRO et al. (1986 b), o combustível consumido apresenta variações em uma mesma operação, dependendo de fatores como: clima, topografia, tamanho e forma da área de trabalho; marcha de trabalho, habilidade do operador; tipo de máquina e implemento etc. O requerimento de energia das operações de manejo é dependente ainda, do tipo de solo e do tratamento que ele recebeu anteriormente, MANTOVANI (1987). Para efeito comparativo de consumo de energia nos diferentes sistemas de manejo de solo, Gunkei et al. (1976) citado por RICKEY et al. (1977), mostraram que a equivalência em diesel dos herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas é de 66,11 kw/kg de ingrediente ativo (i.a.) no seu meio de dispersão. Wittmus e Lane (1973), citados por MANTOVANI (1987), estudando o conteúdo de energia no óleo diesel, mostraram que esta relação é de 11,35 kwh/l, sendo que 5,82 l de óleo diesel equivalem a 1 kg de ingrediente ativo do herbicida.

O consumo de combustível (l/ha) para as diferentes operações de campo, no sistema convencional de semeadura direta, em solo de resistência média à tração, é apresentado por MANTOVANI (1987), para o dois tipos de semeadura convencional, em que o primeiro é executado com picagem de capim, aração, primeira gradagem e aplicação de herbicida (Alachlor = 2,4 kg/ha e Atrazine = 1,5 kg/ha) e, ainda, duas gradagens e semeadura. Este sistema requer um total equivalente a 71,69 l de diesel por ha. O segundo sistema de semeadura convencional consta da picagem de palha, aração, duas gradagens, semeadura e dois cultivos mecânicos, requerendo 62,7 l de diesel por ha. Há ainda, a semeadura direto, tendo



uma primeira pulverização com 0,4 kg/ha de Paraquat e uma segunda com 2,4 kg/ha de Alachlor e 1,5 kg/ha de Atrazine, totalizando um consumo correspondente a 29,73 l de diesel por ha.

Segundo SALVADOR e BENEZ (1993), a demanda de energia por equipamento-hectare é maior para as operações com arado de disco quando comparadas com as operações com grade aradora e escarificador.

— FERRANDO et al. (1988), afirmam que o aumento da profundidade de trabalho e da velocidade causa aumento de consumo.

Segundo CORDEIRO (1988a), para um grupo de tratores estudados, o consumo de combustível necessário para a semeadura e adubação é de 5,20 l/ha mais ou menos 0,71 l/ha se os tratores tiverem uma potência inferior a 58,88 kw (80 cv). Se esses tratores tiverem potência acima deste valor, o consumo será de 5,52 l/ha mais ou menos 1.74 l/ha de diesel, evidenciando, com isto, a necessidade de se utilizar um trator adequado para um implemento adequado.

Para HUNT (1986), as operações de preparo do solo requerem mais da metade da energia requerida nas propriedades agrícolas. Para KEPNER (1977), essa quantidade de energia requerida para a obtenção de um grau desejado de mobilização do solo depende primariamente da resistência do solo e da eficiência de utilização do implemento.

GAMERO et al (1986a) analisaram o consumo de combustível e a capacidade de campo de diferentes sistemas de preparo periódico do solo e observaram que a enxada rotativa é o equipamento testado que apresenta maior eficiência de operação e menor consumo de combustível para o preparo do solo por metro cúbico de solo mobilizado. Já o arado é o

equipamento que consome maior quantidade de óleo diesel por metro cúbico de solo mobilizado.

A medição do consumo de energia em vários implementos oferece parâmetros para sua seleção e a seleção do sistema de cultivo, segundo SMITH e FORNSTON (1980).

Segundo MICHAEL JR. et al. (1985), parâmetros como velocidade, patinagem, potência e consumo de combustível oferecem meios para comparar diferentes implementos utilizados em sistemas de preparo do solo.

O consumo de combustível pode ser utilizado como um índice para comparar a necessidade de energia nas operações de preparo do solo, segundo Gumbs e Summer, citados por DALLMEYER (1994). O índice pode ser influenciado pelos seguintes fatores: textura e teor de água do solo, tipo de solo, regulagem do equipamento e velocidade de deslocamento.

### 3.3. Aspecto agrônômico

#### 3.3.1. Erosão

Nos últimos anos, aumentou muito a devastação dos recursos naturais do território brasileiro, onde se constata imensas áreas com solo degradado. Muitas terras estão se tornando estéreis, não pela deficiência de precipitação pluviométrica, mas pela falta de capacidade de retenção de água. Para reduzir o efeito da precipitação, devem ser adotadas duas providências: evitar que a gota de chuva atue diretamente sobre o solo, mediante cobertura vegetal, e reduzir o volume e a velocidade da água que corre superficialmente CORREA (1987). E isso, se obtém com a semeadura

direta ou outro tipo de manejo que não retire toda a cobertura vegetal do solo.

### 3.3.2. Produtividade

A operação de preparo do solo, segundo Ouwerkerk e Boone (1970), citado por GAMERO et al.(1987), pode influenciar o desenvolvimento das plantas, uma vez que ela altera decisivamente as condições físicas do solo, as quais indicam se, para uma certa cultura, o solo deve ser preparado, em que intensidade e a que profundidade. Beaumer (1970), citado por GAMERO et al. (1987) acrescenta que, para se conseguir isto, a aração em que o solo é desagregado e invertido é considerada a principal operação básica, facilitando o controle de ervas, o enterrio de restos culturais e o preparo do terreno para a semeadura. Mas, segundo o autor, torna-se necessária uma alternativa para esse tradicional sistema de preparo, devido ao tempo consumido nas operações, ao baixo desempenho e à alta necessidade de energia.

Uma opção para o preparo do solo é a enxada rotativa, que possibilita o preparo com uma só passada. Mas a esse implemento tem recebido muitas críticas quanto à sua utilização, pois causa excessiva pulverização, instabilidade estrutural e outros problemas, segundo HENDRICK e GILL (1971). Entretanto MIALHE (1969), comenta que, com relação à enxada rotativa, há, para cada tipo de solo, uma regulação adequada, existindo sempre um conjunto delas que melhor se adapte à situação.

Com relação à produção, GAMERO et al. (1987) verificaram que, para a cultura do milho, não houve diferenças significativas quando foram

confrontados os tratamentos de preparo do solo com enxada rotativa e convencional. Todavia, esses tratamentos apresentaram maiores diâmetros do colmo e produção de grãos quando comparados com o cultivo mínimo.

DANIEL et al. (1988) relatam que, em trabalhos realizados com as culturas de milho e soja, cultivadas pelo sistema convencional e semeadura direta, com e sem rotação de cultura, não houve diferença significativa de produção entre os sistemas, exceto quando houve rotação de cultura.

GAMERO et al. (1986b) estudaram o efeito do cultivo mínimo, preparo convencional (aração e gradagens) e preparo com enxada rotativa sobre a estabilidade mecânica dos agregados de um solo classificado como terra roxa estruturada. O teste com a enxada rotativa foi feito com três velocidades. Verificou-se que, no cultivo mínimo, convencional e enxada rotativa com velocidade baixa (121,5 rpm), com o anteparo traseiro levantado, apresentaram resultados iguais quando se analisou a estabilidade dos agregados menores que 4 mm. Nas rotações média e alta (171,5 e 216 rpm) houve uma diminuição na estabilidade dos agregados do solo na camada mobilizada, quando comparadas com os sistemas convencionais e cultivo mínimo

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Introdução

Este trabalho foi desenvolvido no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), no Município de Sete Lagoas - MG, cuja latitude e longitude são respectivamente, 19° 28' S e 44° 15' W.Gw, e altitude de 732 metros, em dois tipos de solos, ou sejam, Aluvial de textura franco argilo-arenoso, e Latossolo Vermelho Escuro, Álico de textura argilosa.

A precipitação média anual referentes a 50 anos de observações na Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas, é de 1340 mm. Apresentando uma distribuição irregular durante os 12 meses. As maiores precipitações ocorrem no trimestre novembro a janeiro (305,9 mm), e as menores no trimestre junho a agosto (6,3 mm). A temperatura média mensal do ar, se encontra em torno de 22,1°C, sendo fevereiro o mês mais quente (24°C) e julho o mês mais frio (19°C).

### 4.2 Caracterização da área

O experimento foi implantado em dois tipos de solos: um classificado como Aluvião (Várzea) Figura 1 e o outro como Latossolo Vermelho Escuro (Cerrado) Figura 2. Foi utilizada uma várzea sistematizada, com pouca



Figura 1. Vista geral da área de várzea

cobertura vegetal e o cerrado com uma declividade variando de 0,5% a 1,5%, apresentando o terreno restos de cultura de milho em sua superfície que foram anteriormente picados por um picador de palha.

Para uma melhor caracterização do estado físico do solo foram feitas coletas de amostras para análise de granulometria, densidade aparente, curva de retenção de água e porosidade. As amostras de densidade aparente e porosidade foram retiradas em quatro pontos dentro de cada área experimental, Cerrado e Várzea, com anéis volumétricos, pelo método de Uhland, fazendo amostragens nas faixas de profundidade de 0 - 5 cm; 5 - 10 cm; 10 - 15 cm e 15 - 20 cm.



Figura 2. Vista geral da área de cerrado

Em cada tratamento foram coletados seis amostras de solo para determinação do teor de umidade. Estas amostras foram colhidas imediatamente antes da instalação do experimento.

A resistência à penetração do solo foi determinada com um penetrógrafo, marca Stiboka, de registro contínuo, cone de vértice de 30° conforme norma ASAE S 312.2 (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 1989). Foram coletados 10 amostras da resistência específica do solo em cada área experimental.

#### 4.3. Determinação da energia consumida na implantação de uma cultura

Para comparar o consumo de energia de sistemas convencionais de preparo do solo, foram determinados os seguintes parâmetros:

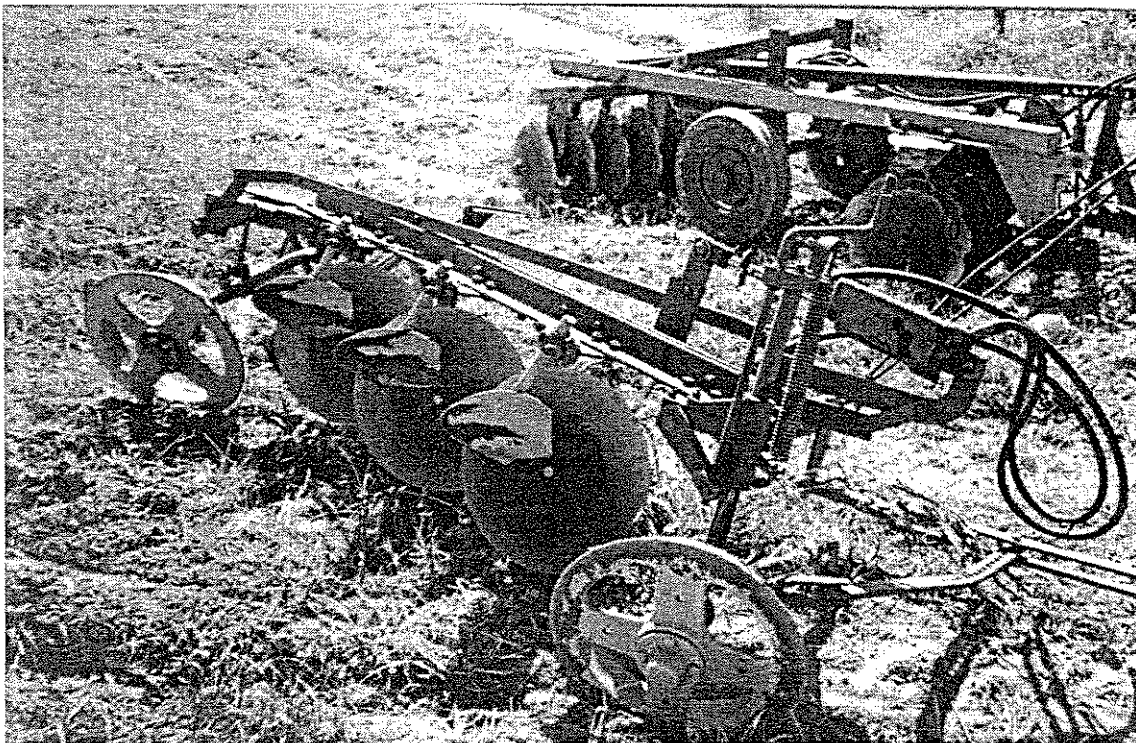


Figura 3. Arado de arrasto e grade aradora

- preparo primário, onde foram utilizados um arado de arrasto e grade aradora, a largura de corte a profundidade de trabalho, a força exigida para a tração e a distância percorrida em cada intervalo de aquisição dos dados;

- preparo secundário, onde foi utilizado uma grade niveladora, a largura de corte, a força exigida para tração e a distância percorrida em cada intervalo de tempo;

- semeadura, a força de tração exigida para a tração, a distância percorrida em cada intervalo de aquisição de dados e o número de linhas de semeadura;

para isso foram utilizados:



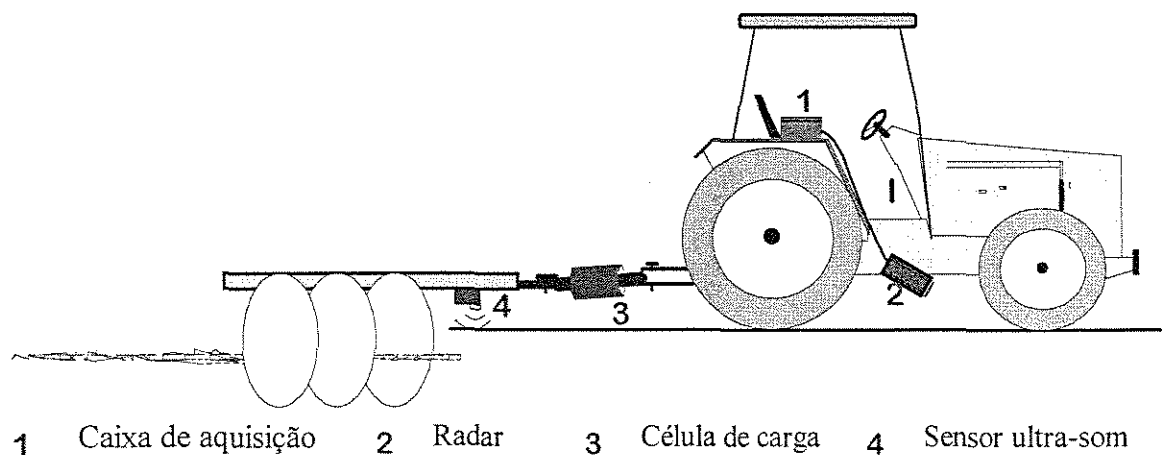


Figura 4. Esquema de montagem dos sensores no comboio mecanizado

#### 4.3.1. Conjunto mecanizado de ensaio

Foi utilizado um trator agrícola da marca Ford modelo 6610 (4x2). Os implementos utilizados foram: arado de arrasto com 3 discos de 660 mm. de diâmetro (26") com acionamento hidráulico, grade aradora de 14 discos de 711,2 mm (28") com acionamento hidráulico, (Figura 3), grade niveladora de 32 discos de 508 mm (20") de acionamento mecânico e semeadora-adubadora de 7 linhas de semeadura, de arrasto e acionamento hidráulico

Os instrumentos eletrônicos foram instalados no conjunto trator-implemento conforme mostra a Figura 4.

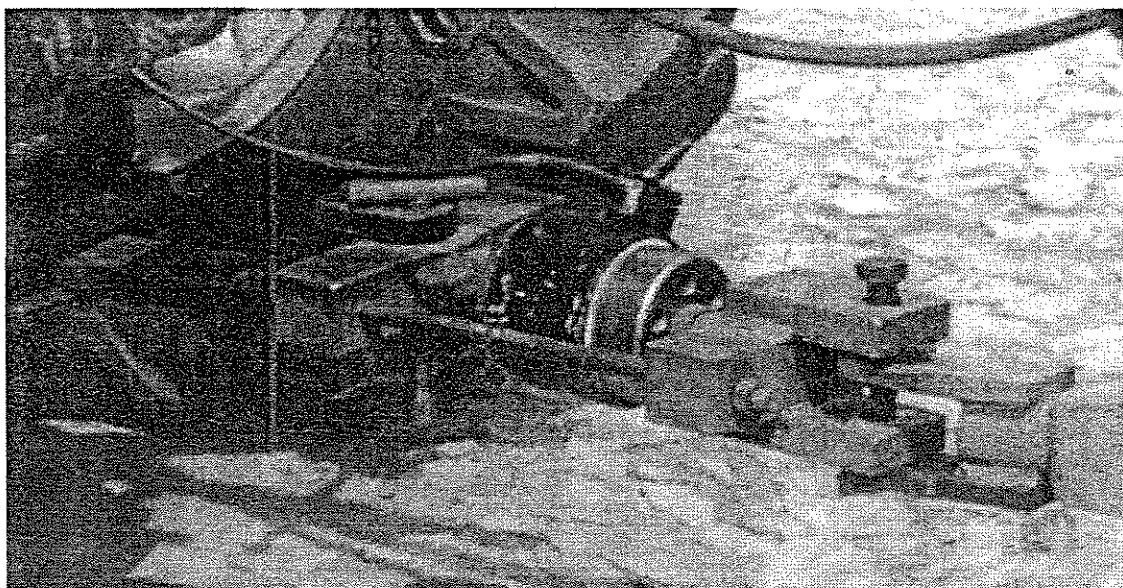


Figura 5. Detalhe da célula de carga instalada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho de engate do implemento

#### 4.3.2. Célula de carga

A célula de carga foi instalada entre o trator e o implemento para medir a força de tração do implemento e o modelo utilizado é do tipo extensômetro de resistência elétrica, marca Kratos, com capacidade para 98 kN, (Figura 5). Durante a operação de preparo do solo, a célula de carga é utilizada para medir o esforço de tração do implemento. É conectada à caixa de aquisição de dados, para fazer uma leitura instantânea da força a cada intervalo de aquisição, cuja informação será armazenada em um arquivo.

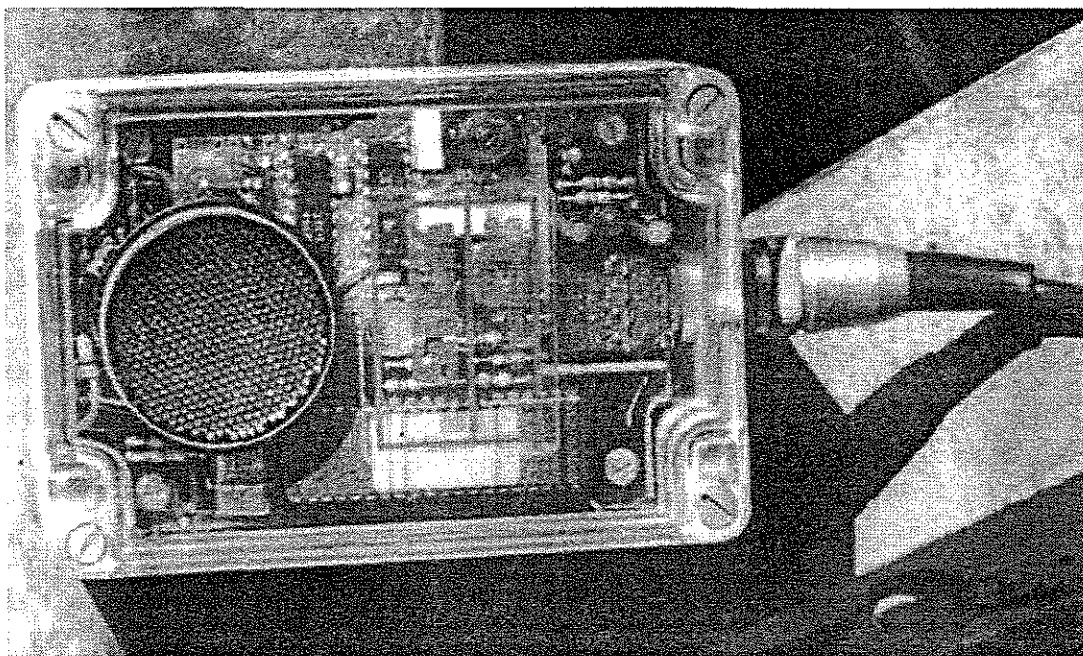


Figura 6. Vista inferior do sensor de profundidade

#### 4.3.3. Sensor de profundidade

O sensor de profundidade mede a distância entre a posição em que está fixado e o solo. Para coletar a profundidade de trabalho o sensor é fixado numa posição que permita fazer a leitura da distância entre ele e o solo não revolvido com o implemento trabalhando. A diferença entre a leitura instantânea e um valor pré-determinado da sua posição em relação a um piso firme, que não permita a penetração dos discos, vai determinar a profundidade de trabalho do solo. Este é ligado a caixa de aquisição de dados que calcula a diferença entre a leitura instantânea e a altura real do sensor. O sensor de profundidade utilizado é da marca SICK, modelo US 177 de fabricação francesa, capacidade de medidas de 300 mm a 7300 mm. O princípio de funcionamento é baseado na emissão de ultrassom e captação

das ondas refletidas no anteparo à distância, com precisão de medida de 0,5%. Possui circuitos de compensação de temperatura, alimentação de 24 Vcc e saída analógica de 0 a 10 V, (Figura 6).

#### 4.3.4. Radar

Para a medição da distância percorrida pelo trator foi utilizado um radar eletrônico da marca “Dickey John” que funciona por emissão e recepção de microondas. Esse sensor emite um pulso elétrico a cada centímetro deslocado pelo trator, calibrado em pista asfáltica, e com curva de correção já incluída na configuração da caixa de aquisição, (Figura 7).

#### 4.3.5. Sistema de aquisição de dados

A caixa de aquisição de dados utilizada é da marca Campbell, modelo CR10, com as seguintes especificações: teclado com visor para programação da aquisição, memória RAM de 64 kb, taxa de aquisição de 64 Hz e comunicação serial padrão RS232 para conexão em microcomputadores IBM-PC compatíveis, Figura 8.

A caixa de aquisição de dados “Data Logger” recebe, transforma e armazena todos os dados emitidos pelos sensores. Após concluir a parcela experimental, os dados são transferidos para o computador pela saída serial da caixa.

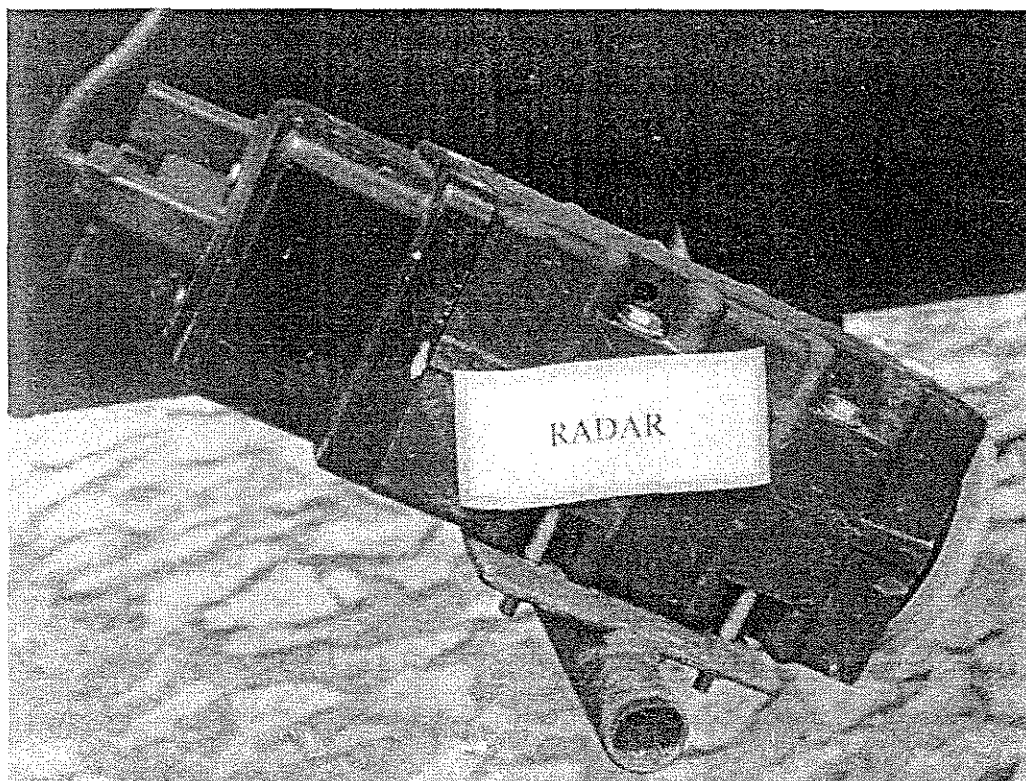


Figura 7. Radar

#### 4.3.6. Microcomputador

Foi utilizado um microcomputador portátil marca Data General com saída padrão RS232, alimentado por bateria 12 Vcc.

#### 4.4. Coleta de dados

Através da instrumentação eletrônica instalada no conjunto trator-implemento a coleta de dados foi realizada medindo-se a força para a tração dos implementos de preparo de solo e de semeadura, em dois tipos de solo e dois níveis de umidade. Além disso, a distância percorrida em um

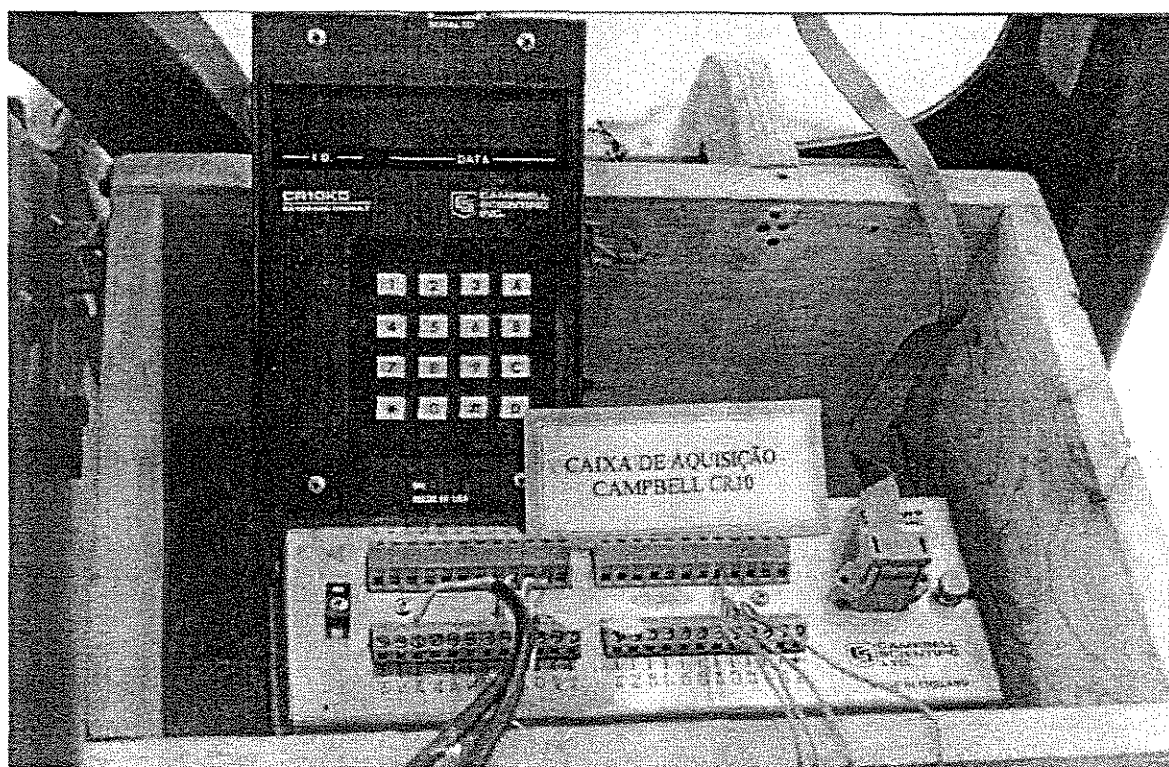


Figura 8. Sistema de aquisição de dados CR10

intervalo de tempo de aquisição e a profundidade de corte para o arado e a grade aradora também foram medidos, considerando dois sistemas de manejo do solo:

- arado, grade niveladora e semeadora,
- grade aradora, grade niveladora e semeadora;

Os tratamentos foram delineados para cada tipo de solo, Cerrado e Várzea, conforme descrição a seguir:

⇒ AS: para a energia consumida pelo preparo primário, secundário e semeadura, sendo que o preparo primário foi realizado com o arado, no menor nível de umidade;

⇒ AU: para a energia consumida pelo preparo primário, secundário e semeadura, sendo o preparo primário realizado pelo arado no maior nível de umidade;

⇒ GS: para a energia consumida pelo o preparo primário, secundário e semeadura, sendo o preparo primário foi realizado com a grade aradora, no menor nível de umidade,

⇒ GU: para a energia consumida pelo preparo primário, secundário e semeadura, sendo o preparo primário foi realizado com a grade aradora, no maior nível de umidade.

A energia mecânica consumida durante a implantação de cultura do milho foi determinada da seguinte forma:

a) para o arado e a grade aradora, pelo somatório do produto da força de tração em Newton e da distância que o implemento percorreu em cada período de aquisição, obtendo, assim, o trabalho em Joule para 50 metros, que foi o tamanho da parcela. Com a largura de corte do arado e da grade e a profundidade de trabalho, foi determinada a energia gasta para trabalhar um  $m^3$  de solo ( $J/m^3$ ).

b) para a grade niveladora, pelo somatório do produto da força de tração e a distância percorrida entre cada período de aquisição de dados.

Com a largura de trabalho da grade niveladora, foi obtido o trabalho em  $\text{J/m}^2$  de preparo de solo.

c) para a semeadora-adubadora, pelo somatória da força de tração e a distância percorrida a cada intervalo de aquisição. Esse dado foi transformado para a energia gasta por linha de semeadura a cada metro,  $\text{J/m}$ , de solo semeado.

#### 4.4.1 Delineamento estatístico

As duas áreas experimentais caracterizadas como de Cerrado e Várzea, foram demarcadas com 16 parcelas de 5 m de largura e 50 m de comprimento sendo 8 parcelas na área úmida e 8 parcelas na área seca para realização do experimento, contando com 15 m entre cada parcela no sentido longitudinal para manobras do trator e implementos, conforme Figura 9.

Os experimentos foram realizados em dois níveis de umidade do solo: solo seco, representando o teor de umidade do preparo de solo no período de julho a setembro, ou seja, próximo a 15 bars de tensão de água. Solo úmido, próximo à capacidade de campo, ou seja, próximo de 0,1 bars de tensão de água. Para conseguir a condição de solo úmido, a área foi



irrigada por 3 horas no dia anterior à coleta de dados, dando tempo para a infiltração do excesso de água.

O solo de cerrado apresentava restos culturais de milho, sendo estes picados, três dias antes da coleta de dados.

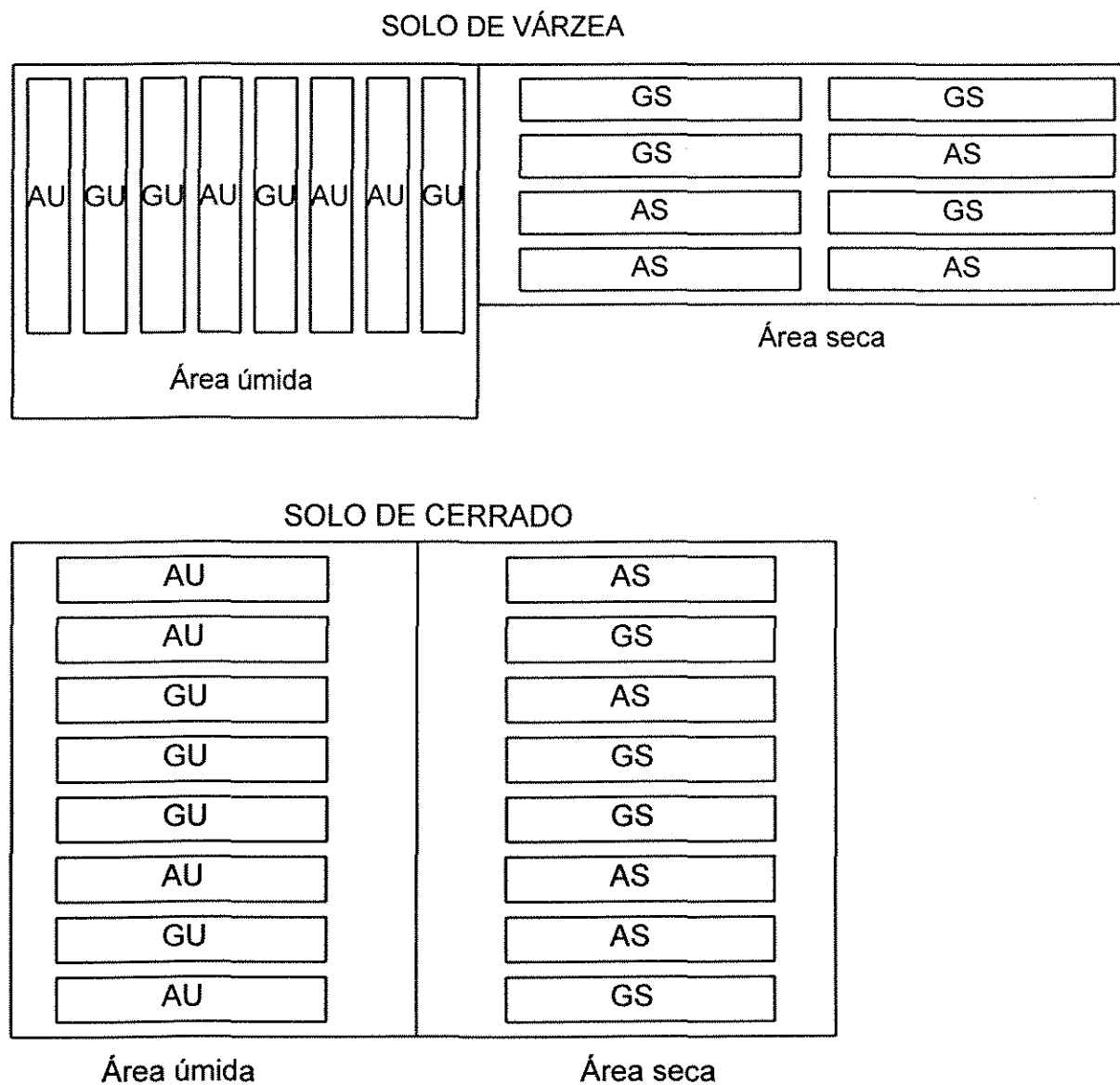


Figura 9. Croqui da distribuição das parcelas nas áreas

O delineamento estatístico adotado foi blocos ao acaso, com quatro repetições, dois tipos de solo e dois teores de água no solo. Sendo quatro tratamentos, os implementos de preparo primário nos dois níveis de umidade, e os dois tipos de solos como blocos.

#### 4.4.2. Determinação da força de tração

A força de tração foi determinada através da célula de carga que fornecia para o sistema de aquisição de dados um sinal, em milivolts, e era convertido em kgf por meio de uma equação de calibração. A tensão de excitação da célula de carga é fornecida pelo próprio sistema de aquisição de dados.

#### 4.4.3. Determinação de profundidade de trabalho

O sensor de profundidade foi instalado no arado e na grade aradora, colocado em uma posição onde permitisse medir a altura entre o implemento e o terreno que ainda não havia sido mobilizado. Para saber a profundidade de trabalho do implemento determina-se a altura de referência do sensor em relação a um piso firme, isto é, sem que os discos

penetrassem no solo. A seguir é feita uma leitura no campo com o implemento trabalhando. A diferença entre o valor da altura de referência e a altura do implemento trabalhando obtém-se a profundidade de corte.

O sensor de profundidade fornece ao sistema de aquisição de dados um sinal diferencial em volts, que é transformado diretamente em cm, através de uma curva de calibração adicionada no programa de configuração do sistema de aquisição de dados.

#### 4.4.4. Determinação da distância e velocidade

A distância percorrida pelo conjunto trator-implemento foi obtida através de um radar, que emite determinados números de pulsos elétricos em função da distância percorrida. Com isto, obtém-se um fator de conversão entre os pulsos e a distância percorrida, que é usado como fator de correção na configuração do sistema de aquisição de dados para obter o valor da distância em centímetros.

#### 4.4.5. Determinação da energia mecânica consumida

O energia mecânica consumida para cada operação foi calculado através do somatório da energia consumida em cada intervalo de tempo, através da equação:

$$\Sigma E = \Sigma (F_i \times d_i)$$

onde:

$\Sigma E$  = energia total, [J];

$F$  = força de tração, [N];

$d$  = distância percorrida, [m].

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização da área

#### 5.1.1. Cerrado

Solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro Álico de textura argilosa, com as seguintes características de porosidade e massa aparente:

Tabela 1. Porosidade e massa aparente médias do solo de Cerrado

Prof. cm	Porosidade em %			Massa aparente
	Macro	Micro	Total	g/cm <sup>3</sup>
0 - 5	2,42	49,06	51,54	1,21
5 - 10	3,24	47,03	50,27	1,24
10 - 15	4,31	46,38	50,69	1,22
15 - 20	3,55	46,63	50,18	1,23

As umidades médias das duas áreas de Cerrado estão na Tabela 2. Pela curva de retenção de água desse solo Figura 10, o nível de água do solo úmido está próximo de 0,1 bar e o solo seco está próximo de 12 bars, valores próximos à capacidade de campo e ponto de murcha, 0,06 e 15 bars, respectivamente.

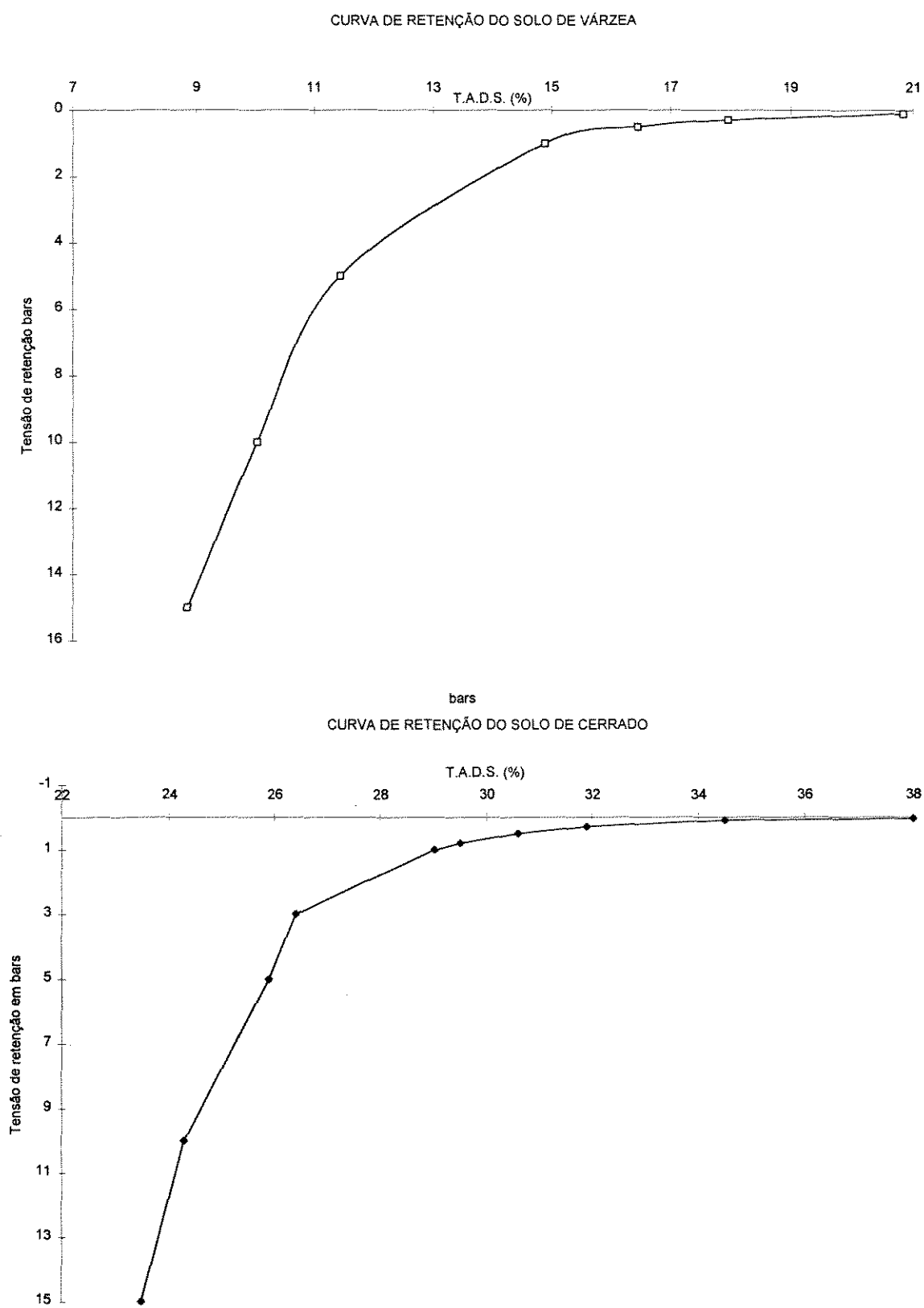


Figura 10 Curva de retenção para os solos de Várzea e Cerrado

Tabela 2. Umidade do Cerrado (%)

seco =	23,65
úmido =	31,58

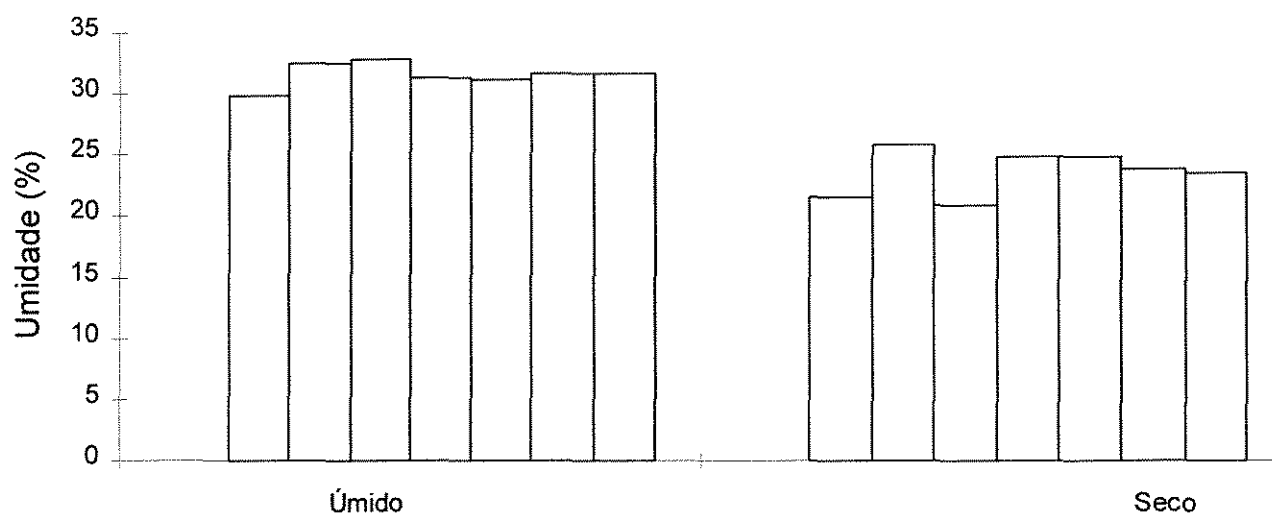


Figura 11 Teor de água do solo de cerrado

Os índices de cone das áreas de cerrado e várzea nos dois níveis de umidade estão na Figura 12

#### 5.1.2. Várzea

Solo classificado como Aluvião de textura franco argilo-arenosa, com as seguintes características de porosidade e massa aparente:

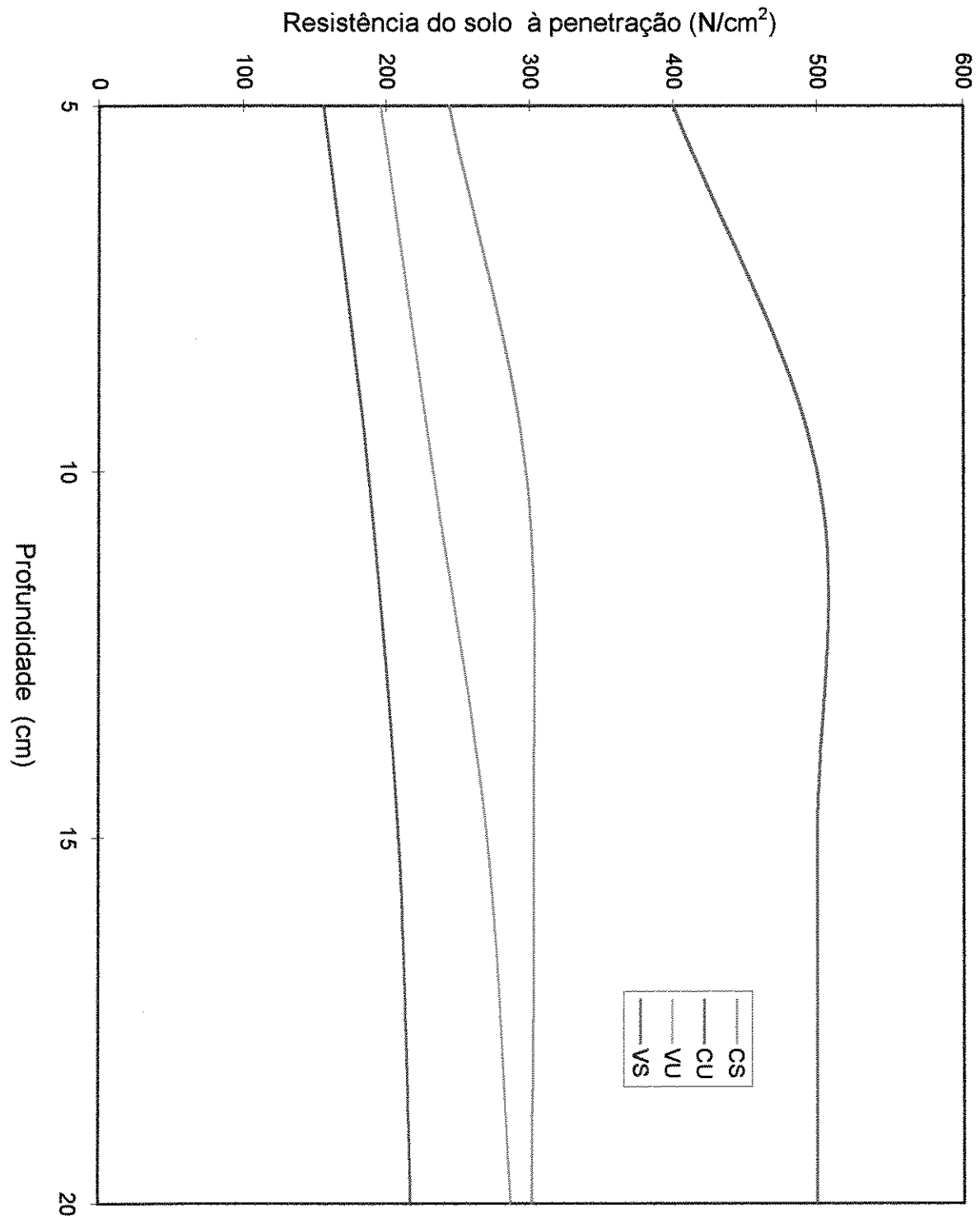


Figura 12 Índice de cone dos solos de Cerrado e Várzea



Tabela 3. Porosidades e massa aparente médias do solo de várzea

Prof. cm	Porosidade em %			Massa aparente
	Macro	Micro	Total	g/cm <sup>3</sup>
0 - 5	3,26	38,35	41,61	1,51
5 - 10	2,89	37,97	40,86	1,57
10 - 15	2,42	36,37	38,79	1,60
15 - 20	2,15	37,82	39,97	1,55

Os níveis de umidade médios do solo de várzea estão apresentados na Tabela 4. e na Figura 13. Na condição de solo úmido, a tensão de retenção de água está próxima à capacidade de campo e, na condição seca, num valor acima do ponto de murcha permanente, devido à dificuldade da várzea em secar. Porém, com base no valor do índice de cone, a resistência à penetração já está muito alta.

Tabela 4. Umidade de várzea (%)

seco =	14,08
úmido =	20,13

Tabela 5 Resultado da análise de granulometria e classificação textural.

Tipo de solo	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural
Cerrado	13%	13%	20%	54%	Argiloso
Várzea	42%	17%	17%	24%	Franco argilo arenoso

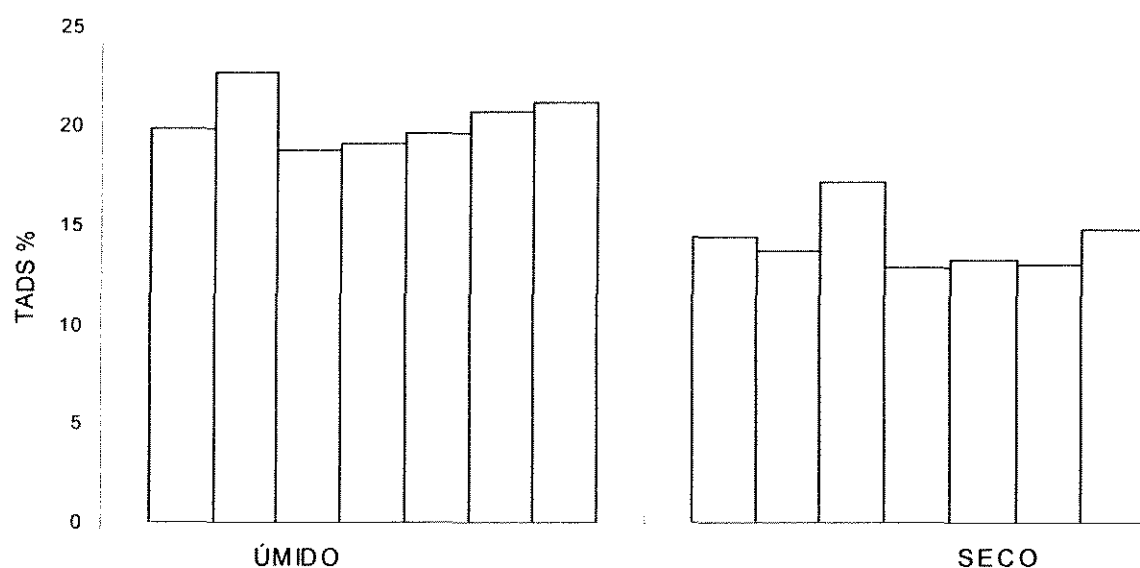


Figura 13. Teor de água do solo de Várzea

Foram realizadas ainda, antes da coleta dos dados de força, amostras de solo para determinação da densidade do solo, porosidade, curva de retenção de água e o índice de cone. Dos dados de força de tração e distância percorrida, que foram medidos a cada 0,0625s, foram calculados a energia utilizada por cada implemento. Com esses dados e considerando um preparo numa área de 1 ha, com o preparo inicial a 15 cm de profundidade e o espaçamento de 1m para a semeadura do milho, foi determinada a energia gasta para o preparo e a semeadura de uma cultura. Os dados estão na Tabela 5.

## 5.2. Análise estatística

Foi realizada uma análise estatística com delineamento em blocos casualizados em que os tratamentos são os sistemas de preparo do solo dentro de cada umidade, isso é, AS o preparo com arado, grade niveladora e semeadora-adubadora na condição de menor umidade, AU o preparo com arado, grade niveladora e semeadora-adubadora na condição de maior umidade, GS o preparo do solo com grade aradora, grade niveladora e semeadora-adubadora na condição de menor umidade, e GU o preparo de solo com grade aradora, grade niveladora e semeadora-adubadora com maior umidade. Os dois solos ficaram como blocos.

A análise foi realizada com o programa estatístico Sanest. Os resultados, demonstrados na íntegra no Anexo 1, apresentam um valor médio de 127318 kJ/ha para preparar e semear o solo de várzea e 107040 kJ/ha para preparar e semear o solo de Cerrado, sendo esses valores significativamente diferentes a nível de 5% pelo teste de Tukey. Esse valor se deve à maior densidade dos solos de Várzea.

As médias das quatro repetições de cada tratamento por tipo de solo são apresentada na Tabela 5. As letras maiúsculas representam as diferenças estatísticas entre os solos (blocos) para cada tratamento e as letras minúsculas, as diferenças entre os tratamentos dentro de cada solo (bloco).

Nenhum tratamento apresentou diferenças significativas quando se variaram os níveis de água no solo, mas o solo seco sempre exigiu mais

energia que o solo úmido. Esse comportamento se repete quando se analisam separadamente os tratamentos dentro dos solos.

Tabela 5 Energia média para preparar e semear um solo (kJ/ha)

	Cerrado	Várzea
AS	89098 Bb	113341 Ab
AU	85249 Bb	110860 Ab
GS	131481 Ba	145539 Aa
GU	122334 Ba	139531 Aa

Pelo teste de Tukey, para as médias dos tratamentos no solo de Cerrado, os tratamentos que tiveram a grade aradora como preparo primário foram significativamente maiores que os tratamentos em que o preparo primário foi realizado com o arado. O mesmo comportamento é observado para o solo de várzea. Em ambos os casos, não houve diferenças significativas quando variou a umidade em que cada implemento trabalhou.

O coeficiente de variação dos dados apresentados no Quadro de Análise de Variância foi de 7,19%. Para um experimento de campo, esse valor do coeficiente de variação é considerado baixo, segundo GOMES, 1987.

A Tabela 6 apresenta os valores de energia gasta para preparar e semear um solo, a 15 cm de profundidade no preparo primário, o preparo secundário com grade niveladora de 32 discos e a semeadora-adubadora semeando com um espaçamento de um metro entre linhas, em Joules por hectare trabalhado.

TABELA 7 Energia consumida em kJ/ha

	REP	CA	CG	VA	VG
S	1	77592.7	126972.6	122267.2	142853.9
E	2	88146.6	137170.5	116021.2	137110.7
C	3	93051.4	121605.4	114638.2	151189.7
O	4	97601.6	140176.1	100439.5	151004.4
U	1	80578.9	106607.8	104409.4	149828.0
MI	2	79792.6	123211.7	116125.3	140250.2
D	3	89829.5	124110.0	105083.8	137168.1
O	4	90798.3	135409.9	117824.1	130881.5

A Figura 14 mostra a energia para o preparo primário do solo, comparando o solo seco e o úmido, nos vários preparos primários (CA  $\Rightarrow$  arado no Cerrado; CG  $\Rightarrow$  grade aradora no Cerrado; VA  $\Rightarrow$  arado na Várzea e VG  $\Rightarrow$  grade aradora na Várzea), em Joule por metro cúbico de solo mobilizado. Apesar de todos os valores para solo seco serem maiores que para solo úmido, essas diferenças não foram significativas. Nesses casos, o arado trabalhou com 0,97 m de largura de corte e a grade aradora, com 1,60 m. A análise estatística completa dos implementos de preparo primário estão no Anexo 1. A energia requerida pela grade aradora é maior que a energia requerida pelo arado em todos os tratamentos. Como o preparo primário corresponde à maior parte da energia consumida, esse resultado influencia na energia consumida na implantação de uma cultura. A grade por ter maior número de discos e mancais e também maior peso, consome mais energia para realizar um mesmo trabalho que o arado.

A Figura 15 representa a energia consumida pelo preparo secundário do solo, comparando os tratamentos nos dois níveis de umidade

e só o tratamento VA úmido apresentou uma diferença significativa de energia, sendo este maior que os demais. A largura de corte da grade niveladora utilizada no preparo secundário é de 2,74 m. A análise estatística dos valores de energia consumida no preparo secundário está no Anexo 4.

A Figura 16 apresenta a energia consumida em Joules, para cada linha deslocar um metro, sendo os dados agrupados pelos níveis de umidade. Dentro de cada nível de umidade, não houve diferença significativa entre as médias, porém as médias para os solos com maior teor de umidade foram significativamente maiores que as médias dos tratamentos de menores níveis de umidade.

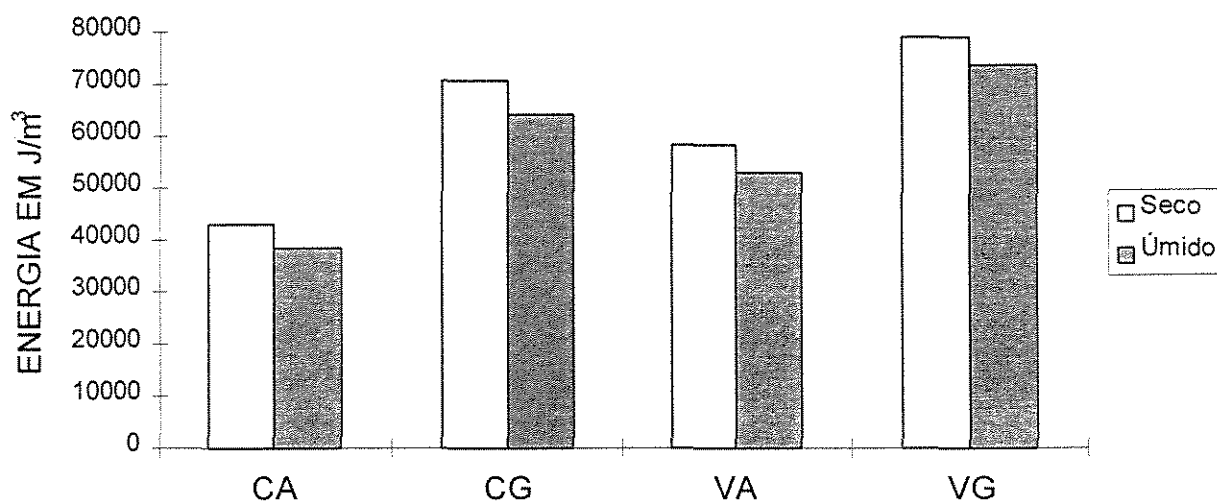


Figura 14 Energia consumida no preparo primário

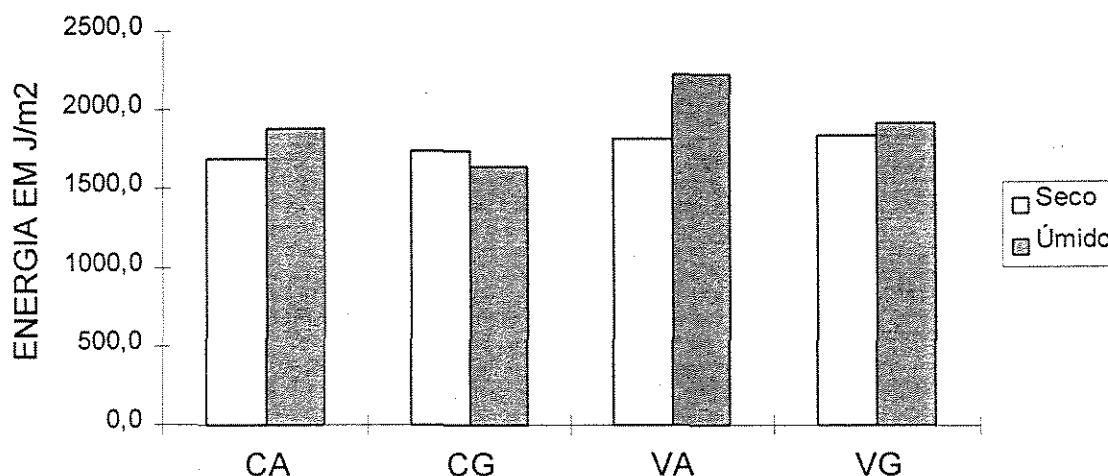


Figura 15. Energia consumida no preparo secundário

Esse fato se deve à maior facilidade de penetração do disco no solo mais úmido, apesar desse valor não ter sido avaliado.

A título de ilustração, a Figura 17 representa a força de tração e a profundidade durante o preparo com o arado. A Figura 18, a força de tração e a profundidade de trabalho da grade aradora solo, e as figuras 19 e 20, a força de tração para trabalhar com a grade niveladora e a semeadora-adubadora, todos no solo de várzea, na condição de maior nível de umidade.

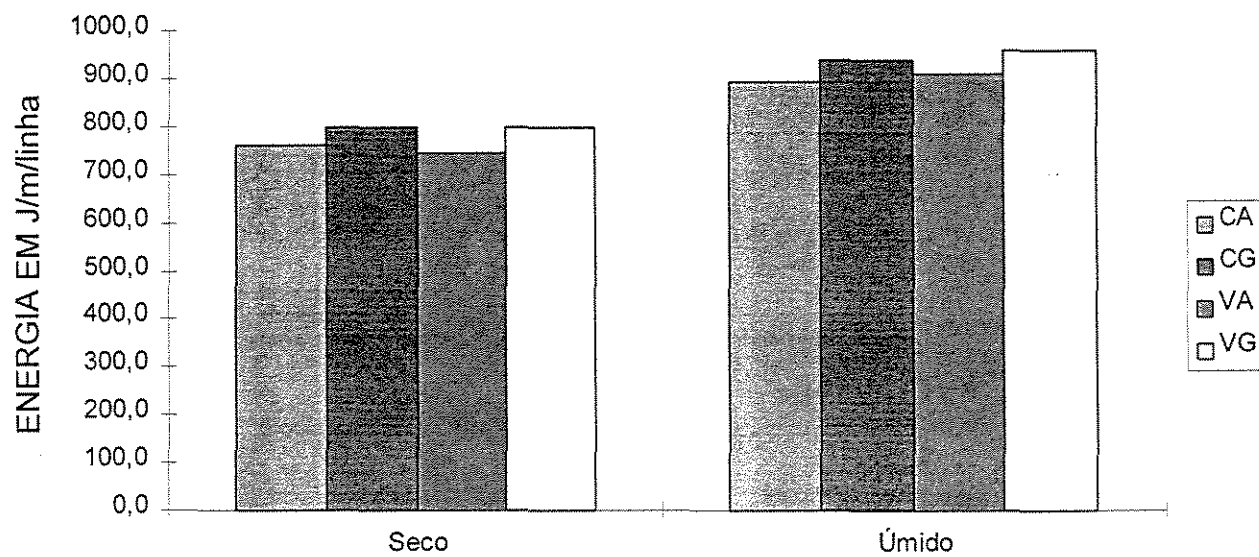


Figura 16. Energia consumida na semeadura



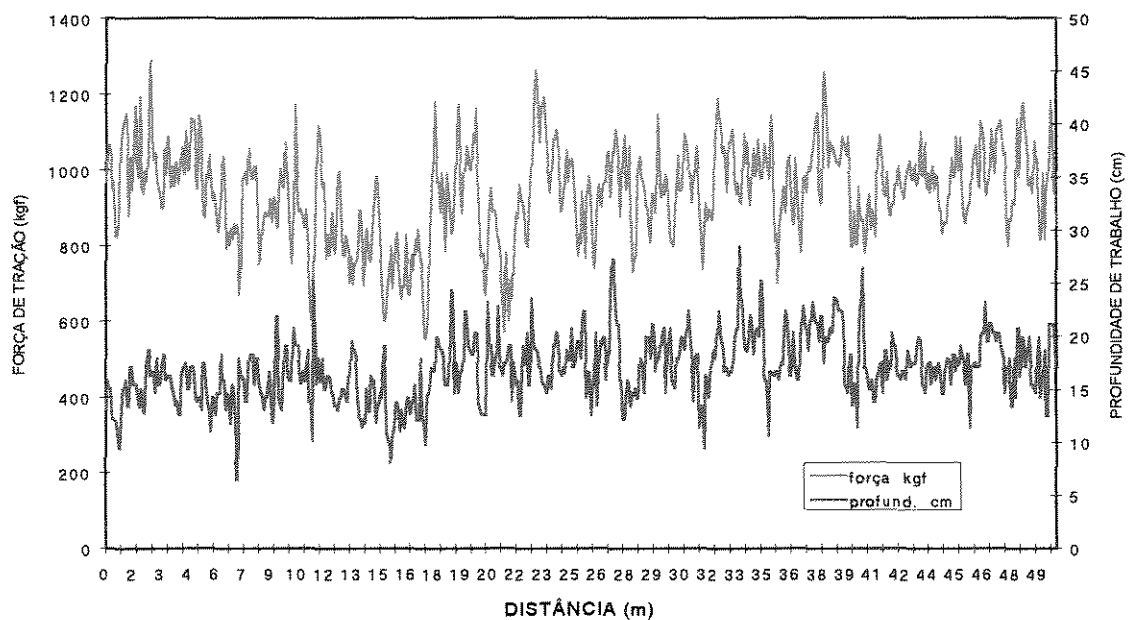


Figura17. Força de tração de um arado de 3 discos e profundidade de trabalho em solo de Várzea úmido

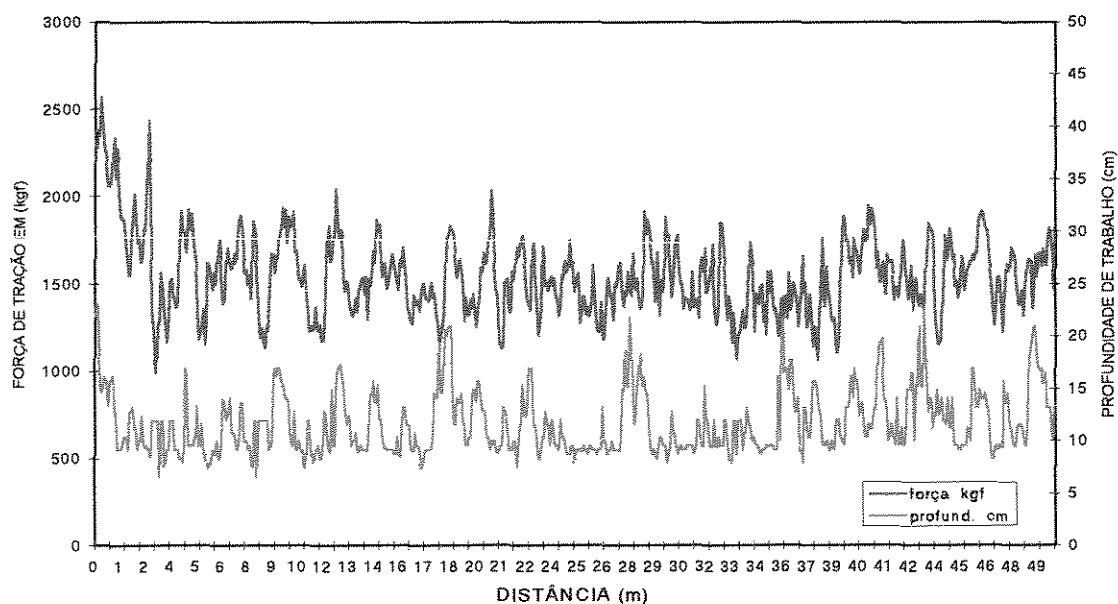


Figura 18. Força de tração de uma grade aradora e profundidade de trabalho em solo de Várzea úmido

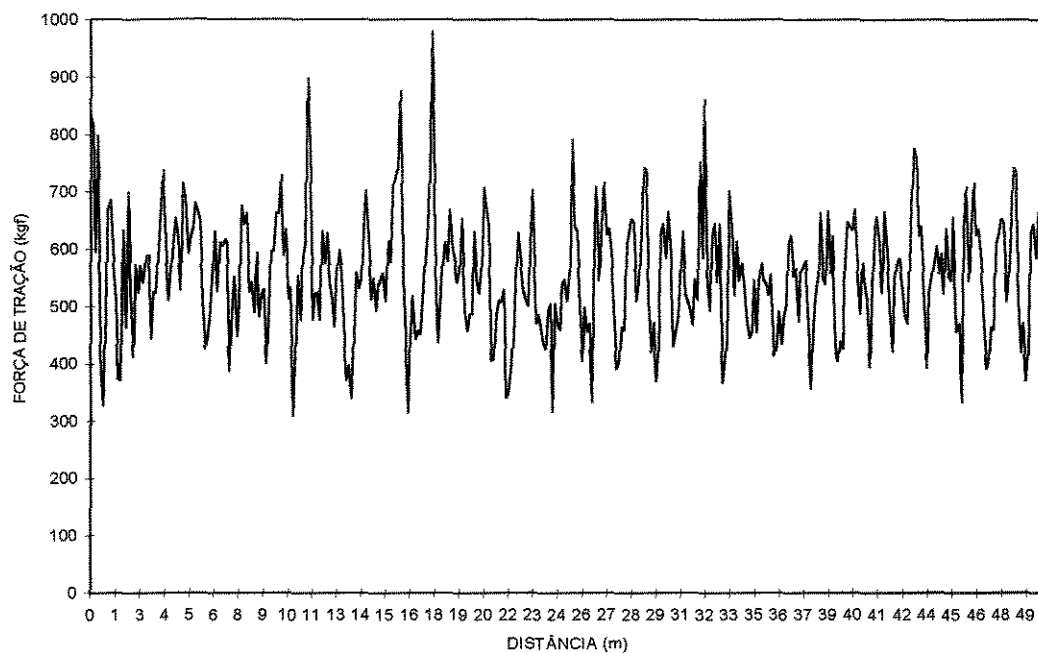


Figura 19. Força de tração de uma grade niveladora em solo de Várzea úmido

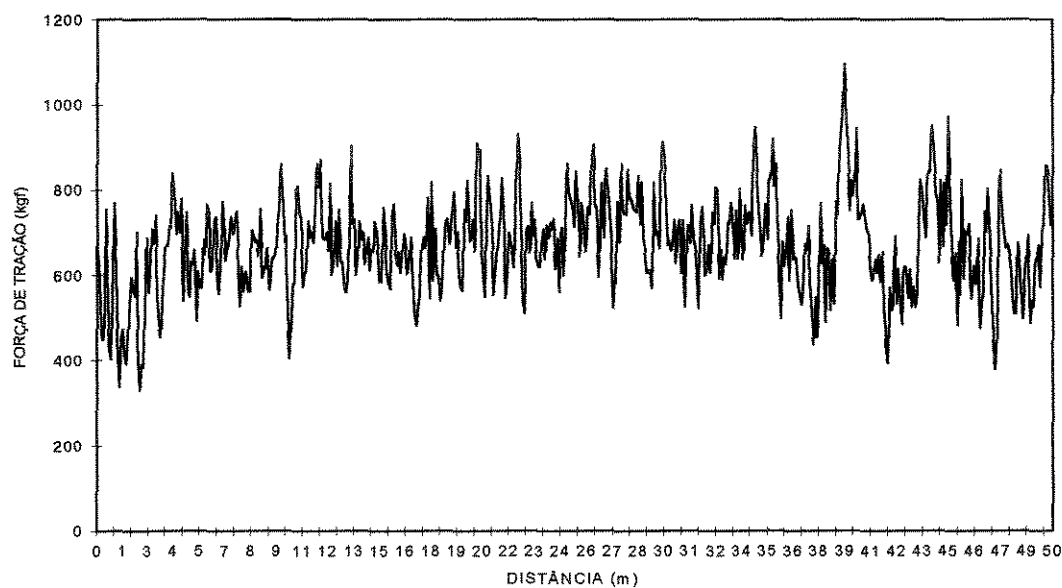


Figura 20. Força de tração de uma semeadora-adubadora em solo de Várzea úmido

## 6. CONCLUSÃO

Entre o solo de Cerrado e o solo de Várzea, este último exigiu mais energia para ser preparado, tanto no tratamento em que o preparo primário era o arado, quanto no tratamento onde o preparo primário era a grade aradora.

A implantação de uma cultura de milho nos tratamentos em que o preparo primário do solo é realizado com a grade aradora sempre exigiu mais energia que nos tratamentos onde o mesmo é realizado com o arado de disco.

A energia utilizada na implantação de uma cultura de milho, com um preparo primário a 15 cm de profundidade e espaçamento entre linhas de semeadura de um metro, nos solos de Cerrado e Várzea foi sempre maior nos solos com menor nível de umidade, porém não foi estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade em nenhum dos casos.

Para valores entre a capacidade de campo e o ponto de murcha dos dois solos que foram utilizados nesse experimento, não há diferença significativa na energia utilizada para implantação de uma cultura.

Analisando separadamente os implementos de preparo primário, a grade aradora requer mais energia por metro cúbico de solo revolvido que o

arado. Essa observação se repete nos dois tipos de solo e nos dois níveis de umidade do solo.

A energia utilizada pela semeadora-adubadora é maior para os solos com a umidade próxima à capacidade de campo, em comparação com os solos com umidade próxima ao ponto de murcha permanente, não sofrendo variação entre os tipos de solo e os seus preparos.

Pode-se concluir que a metodologia proposta para a determinação da energia utilizada para o preparo e a semeadura de uma cultura apresentou-se eficiente, tendo-se em vista os resultados com valores dentro das faixas esperadas e precisão demonstrada pelo coeficiente de variação de 9.99%, baixo para esse tipo de experimento de campo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R. C., CRUZ, J. C., PACHECO, E. B. Manejo do solo. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p 40-45. 1987
- BENEZ, S.H. **Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo podzólico vermelho amarelo var. Laras**. Piracicaba : ESALQ, 1991, 108p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Univ. de São Paulo, 1972.
- CORDEIRO, M.A.L., BENEZ, S.H., SOUSA, A.P. Consumo de combustível em tratores agrícolas trabalhando com semeadoras-adubadoras e com pulverizadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17, Iperó, SP. **Anais ...** Iperó, SP : Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1988a. p. 339-349.
- CORDEIRO, M.A.L., BENEZ, S.H., SOUSA, A.P. Consumo de combustível em tratores agrícolas trabalhando com arado de disco em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17. Iperó, SP. **Anais ...** Iperó, SP, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1988 b. p. 350-361.
- CORRÊA, L.A., CRUZ, J.C. Semeadura direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p. 46-52. 1987.
- DALMEYER, A.U.; **Avaliação energética e desempenho operacional de equipamentos de preparo do solo**. Botucatu: UNESP, 1994, 156p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1994.

DANIEL, L.A., BENINCASA, M.M.D., BENINCASA, M., ORTOLANI, A.F., MARETTI, H.J. Influência dos sistemas de semeadura direto e convencional e rotação de culturas sobre índices de produtividade de milho (*Zea mays* L.) e de soja (*Glycine max* L. Merril). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17. Iperó, SP. **Anais...** Iperó, SP, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1988. p. 425-431.

FERRANDO, J.C., SMITH, J.E., DONATO de COBO, L.B. La demanda energetica del arado de rejas y vertederas en distintos tipos de suelos y condiciones operativas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17. Iperó, SP. **Anais...** Iperó, SP, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1988. p. 307-320.

FREE, G.R. Minimun tillage for soil and water conservation Agric. Engng. 41: 96-99 e 103 1960

GADANHA JR. C.D., MOLIN, J.P., COELHO, J.L.D., YAHN, C.H., TOMIMORI, S.M.A.W. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo, IPT - Instituto de pesquisas tecnológica do Estado de São Paulo, 1991, 468p.

GAMERO, B.C.A., BENEZ, S.H., FURLANI JR, J.A. Análise comparativa do consumo de combustível e da capacidade de campo de diferentes sistemas de preparo periódico do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15. São Paulo, SP, **Anais ...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986a, p. 1-9.

GAMERO, B.C.A., BENEZ, S.H., FURLANI JR, J.A. Estabilidade de agregados sob diferentes tipos de preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15. São Paulo, SP, **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986b, p. 46-55.

GAMERO, C.A., LIBARDI, P.L., BENEZ, S.H., FURLANI JR., J.A., LANÇAS, K.P. Influência de tipos de preparo do solo sobre o desenvolvimento e a produção da cultura do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 16.

- Jundiaí, SP, **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1987, p. 284-296.
- GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. 3. ed. Piracicaba, POTAFOS, 1987. 162p.
- HENDRICK, J.G.; GILL, W.R. Rotary tiller design parameters part I- Direction of rotation. **Tans. ASAE**. St. Joseph, **14**: 669-674 e 683, 1971.
- HUNT, D. **Maquinaria agrícola: rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo**. 7.ed. México, Limusa, 1986. 451p.
- KEPNER, R. A., BAINER, R., E. L.. **Principles of form machinery**. 3.ed. Westport, Avi, 1977. 527p.
- KHALILIAN, A.; GARNER, T.H.; MUSEN, H.L. Energy for conservation tillage in Coastal Plain soils. **Tans. ASAE**. St. Joseph, **31(5)**: 1333-1337, 1988.
- LARSON, W. E. Soil Parameters for Evaluating Tillage Needs and Operations. **Soli Science Society of America Proceeding**. Madison, 28(1)118-22, 1964.
- LOISON, M. Outil combinés: travail du sol et semis. **Motorisation & technique agricole**, Paris, n. 57, p. 7-21.
- MANTOVANI, E.C. **Basic requirements for soil bed formation**. Purdue University, 1981 109p. Tese Mestrado.
- MANTOVANI, E.C. Máquinas e implementos agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p. 56-63. 1987.
- MATTOS, P.C.; HERRMANN, P.R.; CAPELLI, N. Estudo comparativo de desempenho do trator agrícola empregando óleo diesel e mistura de etanol/óleo de mamona como combustível. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11. Brasília, D.F., **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1981, p. 1083-1085.

- MIALHE, L.G. Abc das enxadas rotativas. **Dirigente Rural**, São Paulo, V.8, n.6, p. 28-44, 1969.
- MICHAEL JR., A.J.; FORNSTON, K.J.; BORRELI, J. Energy requirements of two tillage systems for irrigated sugarbeets, dry beans and corn. **Tans. ASAE**. St. Joseph, **28(6)**: 1731-1735, 1985
- MUZILLI, O. O semeadura direto no Brasil. In: FANCELLI, A.L. **Atualização em semeadura direto**. Campinas, Fundação Cargill 1985 p. 3-18.
- SALVADOR, N.; e BENEZ, S.H.; Preparo periódico do solo II: consumo energético e desagregação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22. Ilhéus, Ba., **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993, p. 1722-1732.
- SEGUY, L., KLUYHCOSKI, J., SILVA, J. C., BLUMENSCHIN, F. N., DALL'ACQUA, F.M. **Técnica do preparo do solo - efeito na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água**. Goiania, 1984. 26 p. (Circular técnica, 17).
- SMITH, J.A. e FORNSTON, K.J. Energy requirements of selected dryland wheat cropping systems. **Tans. ASAE**. St. Joseph, **23(4)**: 822-825, 1980.
- RICKEY, C. B., GRIFFITH, D. R., PARSONS, S.D., Yield and cultural energy requirements for corn and soybeans with various tillage - planning systems. **Advances in Agronomy**, New York, **29**: 141- 81, 1977.
- ROBERTSON, L.S. e MOKMA, D. L., Crop residue and tillage considerations in energy conservation. **Extension Bulletin - Energy Facts**. Michigan, Michigan State University. Energy facts sheet n. 6. 6p., 1978.
- VEDOATO, R.A. Princípios básicos de semeadura direto. In: FANCELLI, A.L. **Atualização em semeadura direto**. Campinas, Fundação Cargill, 1985 p. 19-28.



## 8. ANEXOS

# Anexo 1 Análise estatística dos dados de energia utilizada para implantação de uma cultura.

\*\*\*\*\*  
 \* SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA \*  
 \* Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado \*  
 \* FEAGRI - UNICAMP - CAMPINAS \*  
 \* ANALISE DA VARIÁVEL KJ/HA - ARQUIVO: TRAT \*  
 \*\*\*\*\*

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSÁVEL: MEWES

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: DBC

OBSERVAÇÕES NÃO TRANSFORMADAS

NOME DOS FATORES

FATOR	NOME
A	BLOCO
B	TRAT

## QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
BLOCO	1	3289419995.1309815	3289419995.1309815	46.2813	0.00001
TRAT	3	10117029643.6076660	3372343214.5358887	47.4480	0.00001
BLO*TRA	3	184662409.1734619	61554136.3911540	0.8661	0.52539
RESIDUO	24	1705787674.0161407	71074486.4173392		
TOTAL	31	152968997	21.9282501		

MEDIA GERAL = 117179.711000

COEFICIENTE DE VARIACAO = 7.195 %

## TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO

NUM.ORDEN	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	16	127318.451172	127318.451172	a	A
2	1	CERRADO	16	107040.978516	107040.978516	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 6154.31506 - D.M.S. 1% = 8346.26288

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE AS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	113341.531250	113341.531250	a	A
2	1	CERRADO	4	89098.078125	89098.078125	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE AU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	110860.648438	110860.648438	a	A
2	1	CERRADO	4	85249.828125	85249.828125	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	145539.687500	145539.687500	a	A
2	1	CERRADO	4	131481.156250	131481.156250	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	139531.937500	139531.937500	a	A
2	1	CERRADO	4	122334.851563	122334.851563	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 12308.63011 - D.M.S. 1% = 16692.52577

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	GS	8	138510.421875	138510.421875	a	A
2	4	GU	8	130933.394531	130933.394531	a	A
3	1	AS	8	101219.804688	101219.804688	b	B
4	2	AU	8	98055.238281	98055.238281	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 11624.55880 - D.M.S. 1% = 14635.02146

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE CERRADO DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	GS	4	131481.156250	131481.156250	a	A
2	4	GU	4	122334.851563	122334.851563	a	A
3	1	AS	4	89098.078125	89098.078125	b	B
4	2	AU	4	85249.828125	85249.828125	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE VARZEA DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	GS	4	145539.687500	145539.687500	a	A
2	4	GU	4	139531.937500	139531.937500	a	A
3	1	AS	4	113341.531250	113341.531250	b	B
4	2	AU	4	110860.648438	110860.648438	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 16439.60871 - D.M.S. 1% = 20697.04584

□ DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

## Anexo 2. Análise estatística dos dados de energia utilizada pela grade aradora e arado.

\*\*\*\*\*  
 \* SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA \*  
 \* Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado \*  
 \* FEAGRI - UNICAMP- CAMPINAS \*  
 \* ANALISE DA VARIÁVEL J/M3 - ARQUIVO: P1 \*  
 \*\*\*\*\*

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSÁVEL: MEWES

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: DBC

OBSERVAÇÕES NÃO TRANSFORMADAS

NOME DOS FATORES

FATOR NOME

A BLOCO  
 B TRAT

### QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
BLOCO	1	1158509321.09	1158509321.09	35.6757	0.00003
TRAT	3	4794775699.55	1598258566.51	49.2176	0.00001
BLO*TRA	3	71801804.10	23933934.70	0.7370	0.54296
RESIDUO	24	779359939.49	32473330.81		
TOTAL	31	6804446764.2550200			

MEDIA GERAL = 60088.250000

COEFICIENTE DE VARIACAO = 9.484 %

### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	16	66105.169922	66105.169922	a	A
2	1	CERRADO	16	54071.332031	54071.332031	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 4159.93245 - D.M.S. 1% = 5641.55223

### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO DENTRO DE AS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	58428.89	58428.89	a	A
2	1	CERRADO	4	43056.97	43056.97	b	B

### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO DENTRO DE AU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	52917.20	52917.20	a	A
2	1	CERRADO	4	38276.37	38276.37	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	79339.203125	79339.203125	a	A
2	1	CERRADO	4	70659.601563	70659.601563	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	73735.375000	73735.375000	a	A
2	1	CERRADO	4	64292.375000	64292.375000	b	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 8319.86490 - D.M.S. 1% = 11283.10445

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	GS	8	74999.402344	74999.402344	a	A
2	4	GU	8	69013.875000	69013.875000	a	A
3	1	AS	8	50742.937500	50742.937500	b	B
4	2	AU	8	45596.789063	45596.789063	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 7857.47543 - D.M.S. 1% = 9892.36010

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE CERRADO DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	GS	4	70659.601563	70659.601563	a	A
2	4	GU	4	64292.375000	64292.375000	a	A
3	1	AS	4	43056.976563	43056.976563	b	B
4	2	AU	4	38276.375000	38276.375000	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE VARZEA DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	GS	4	79339.203125	79339.203125	a	A
2	4	GU	4	73735.375000	73735.375000	a	A
3	1	AS	4	58428.898438	58428.898438	b	B
4	2	AU	4	52917.203125	52917.203125	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 11112.14833 - D.M.S. 1% = 13989.90982

DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

### Anexo3. Análise estatística dos dados de energia utilizada pela grade niveladora

\*\*\*\*\*  
 \* SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA \*  
 \* Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado \*  
 \* FEAGRI - UNICAMP, CAMPINAS - \*  
 \* ANALISE DA VARIÁVEL J/M2 - ARQUIVO: P2 \*  
 \*\*\*\*\*

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSÁVEL: MEWES

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: DBC

OBSERVAÇÕES NÃO TRANSFORMADAS

NOME DOS FATORES

FATOR NOME

A BLOCO  
 B TRAT

#### QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
BLOCO	1	374755.02	374755.02	36.1624	0.00003
TRAT	3	475941.35	158647.11	15.3088	0.00005
BLO*TRA	3	84352.93	28117.64	2.7132	0.06642
RESIDUO	24	248714.92	10363.12		
TOTAL	31	1183764.23			

MEDIA GERAL = 1852.857540

COEFICIENTE DE VARIACAO = 5.494 %

#### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5% 1%
1	2	VARZEA	16	1961.07	1961.07	a A
2	1	CERRADO	16	1744.64	1744.64	b B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 74.31358 - D.M.S. 1% = 100.78143

#### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO DENTRO DE AS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5% 1%
1	2	VARZEA	4	1824.17	1824.17	a A
2	1	CERRADO	4	1691.45	1691.45	a A

#### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO DENTRO DE AU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5% 1%
1	2	VARZEA	4	2236.25	2236.25	a A
2	1	CERRADO	4	1888.20	1888.20	b B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	1852.82	1852.82	a	A
2	1	CERRADO	4	1751.72	1751.72	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	1931.05	1931.05	a	A
2	1	CERRADO	4	1647.17	1647.17	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 148.62715 - D.M.S. 1% = 201.56285

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	AU	8	2062.22	2062.22	a	A
2	3	GS	8	1802.27	1802.27	b	B
3	4	GU	8	1789.11	1789.11	b	B
4	1	AS	8	1757.81	1757.81	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 140.36697 - D.M.S. 1% = 176.71841

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE CERRADO DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	AU	4	1888.20	1888.20	a	A
2	3	GS	4	1751.72	1751.72	ab	A
3	1	AS	4	1691.45	1691.45	ab	A
4	4	GU	4	1647.17	1647.17	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE VARZEA DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	AU	4	2236.25	2236.25	a	A
2	4	GU	4	1931.05	1931.05	b	B
3	3	GS	4	1852.82	1852.82	b	B
4	1	AS	4	1824.17	1824.17	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 198.50887 - D.M.S. 1% = 249.91758  
DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO



# Anexo 4. Análise estatística dos dados de energia utilizada pela semeadora-adubadora

\*\*\*\*\*  
 \* SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA \*  
 \* Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado \*  
 \* FEAGRI - UNICAMP - CAMPINAS \*  
 \* ANALISE DA VARIÁVEL J/M/LINHA - ARQUIVO: P3 \*  
 \*\*\*\*\*

CODIGO DO PROJETO: TESE

RESPONSÁVEL: MEWES

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: DBC

OBSERVAÇÕES NÃO TRANSFORMADAS

NOME DOS FATORES

FATOR NOME

A BLOCO  
 B TRAT

## QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
BLOCO	1	306.89	306.89	0.1331	0.71877
TRAT	3	203103.14	67701.04	29.3711	0.00001
BLO*TRA	3	1432.87	477.62	0.2072	0.89040
RESIDUO	24	55320.54	2305.02		
TOTAL	31	260163.4558648			

MEDIA GERAL = 851.860960

COEFICIENTE DE VARIACAO = 5.636 %

## TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	16	854.96	854.96	a	A
2	1	CERRADO	16	848.75	848.75	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO

D.M.S. 5% = 35.04778 - D.M.S. 1% = 47.53055

## TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO DENTRO DE AS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	CERRADO	4	759.80	759.80	a	A
2	2	VARZEA	4	745.61	745.61	a	A

## TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO DENTRO DE AU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	912.22	912.22	a	A
2	1	CERRADO	4	895.29	895.29	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GS DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	800.22	800.22	a	A
2	1	CERRADO	4	797.47	797.47	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE BLOCO  
DENTRO DE GU DO FATOR TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	VARZEA	4	961.79	961.79	a	A
2	1	CERRADO	4	942.44	942.44	a	A

INDICADO MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA

D.M.S. 5% = 70.09555 - D.M.S. 1% = 95.06109

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	4	GU	8	952.124969	952.124969	a	A
2	2	AU	8	903.761230	903.761230	a	A
3	3	GS	8	798.850006	798.850006	b	B
4	1	AS	8	752.707458	752.707458	b	B

INDICADO MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA

D.M.S. 5% = 66.19988 - D.M.S. 1% = 83.34395

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE CERRADO DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	4	GU	4	942.449951	942.449951	a	A
2	2	AU	4	895.297485	895.297485	a	AB
3	3	GS	4	797.474976	797.474976	b	BC
4	1	AS	4	759.802490	759.802490	b	C

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRAT  
DENTRO DE VARZEA DO FATOR BLOCO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	4	GU	4	961.799988	961.799988	a	A
2	2	AU	4	912.224976	912.224976	a	AB
3	3	GS	4	800.225037	800.225037	b	BC
4	1	AS	4	745.612427	745.612427	b	C

INDICADO MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA

D.M.S. 5% = 93.62077 - D.M.S. 1% = 117.86615

DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA I

## ANEXO 5. Programa de configuração do CR10

```
};CR10  
;B:\WALTER.DLD
```

```
MODE 1  
SCAN RATE .015625
```

```
1:P3  
1:1  
2:1  
3:0  
4:1  
5:0.957  
6:0.0000
```

```
2:P6  
1:1  
2:11  
3:4  
4:1  
5:1000  
6:2  
7:9634  
8:70
```

```
3:P2  
1:1  
2:15  
3:3  
4:3  
5:.02045  
6:28.41
```

```
4:P91  
1:11  
2:30
```

```
5:P86  
1:10
```

6:P77

1:11

7:P70

1:3

2:1

8:P95

MODE 2

SCAN RATE 0.0000

MODE 3

MODE 10

1:28

2:64

3:0.0000

MODE 12

1:0000

2:0000

3:0000

ÿ